

Anno IV.

TORINO, Gennaio 1910.

Num. 1.

RIVISTA DI ASTRONOMIA E SCIENZE AFFINI

Bollettino della Società Astronomica Italiana

EDITO DALLA STESSA

Sede Principale: **TORINO, Via Maria Vittoria, num. 23**
presso la Società Fotografica Subalpina

Sommario: Storia del cannocchiale (N. JADANZA). — Il tempo e gli orologi solari (V. CERULLI). — L'eclisse totale di Luna del 27 novembre 1909 (N. VENTURI GINORI). — La Nebuleuse spirale M. 51 Canum Venaticorum (D. ISAAC ROBERTS). — Notizie astronomiche; I pianeti e fenomeni principali in febbraio 1910. — Nuove adesioni alla Società. — Bibliografia. — Necrologio.



TORINO

TIPOGRAFIA G. U. CASSONE

Via della Zecca, 11.

1910.

SOCIETÀ ASTRONOMICA ITALIANA

= TORINO =

Via Maria Vittoria, N. 23

presso la SOCIETÀ FOTOGRAFICA SUBALPINA

Fondata nel 1906

CONSIGLIO DIRETTIVO

Presidente: Dott. VINCENZO CERULLI - *Da gennaio a tutto giugno:*
Roma, via Palerino, 8. — *Da luglio a tutto dicembre:* Teramo,
Osservatorio Collurania.

Vice-Presidente: Geom. ILARIO SORMANO - Torino, via S. Domenico, 39.

Segretario: Dott. VITTORIO FONTANA - Torino, Palazzo Madama.

Consiglieri: Dott. CESARE AIMONETTI - Torino, via Assietta, 71. —
Prof. GIOVANNI BOCCARDI, Direttore R. Osservatorio Astrono-
mico - Torino, Palazzo Madama. — ARTURO CAUVIN - Torino,
corso San Martino, 8. — Cav. ANTONIBALE COMINETTI - Torino,
piazza Vittorio Emanuele, 5.

Tesoriere: Dott. FELICE MASINO - Torino, via Maria Vittoria, 6.

Bibliotecario: Dott. BENEDETTO RAINALDI - Torino, Palazzo Madama.

Collaboratori:

Abetti prof. A., Arcetri. — Abetti dott. G., Monte Wilson (California). — Agamennone prof. G., Rocca di Papa (Roma). — Alasia de Quexada prof. C., Brindisi. — Alessio dott. A., Genova. — Andoyer prof. H., Parigi. — Bemporad prof. A., Catania. — Berberich prof. A., Berlino. — Boecardi prof. G., Torino. — Boddaert prof. P., Moncalieri. — Bottino-Barzizza dott. G., Milano. — Caldera prof. F., Palerino. — Cerulli dott. V., Teramo. — Del Giudice I., Firenze. — Fontana dott. V., Torino. — Gamba prof. P., Pavia. — Guerrieri dott. E., Capodimonte. — Hamy M., Parigi. — Hofschek dott. J., Vienna. — Jadanza prof. N., Torino. — Levi-Civita prof. T., Padova. — Millosevich prof. E., Roma. — Palazzo prof. L., Roma. — Pizzetti prof. I., Pisa. — Rizzo prof. G. B., Messina. — Sacco prof. F., Torino. — Schiaparelli G., senatore, Milano. — Sorinano geom. I., Torino. — Tonelli prof. F., Parma. — Venturi prof. A., Palermo. — Viaro prof. B., Arcetri. — Zanotti-Bianco prof. ing. O., Torino.

Avviso relativo alla Corrispondenza della Società.

1° L'invio delle quote sociali, degli abbonamenti alla Rivista, delle inserzioni, ecc. deve essere fatto al *Tesoriere* dottor FELICE MASINO, via Maria Vittoria, num. 6, Torino.

2° Per la redazione della Rivista e per l'ordinaria amministrazione della Società, indirizzare la corrispondenza al *Segretario* dott. VITTORIO FONTANA, Palazzo Madama, Torino.

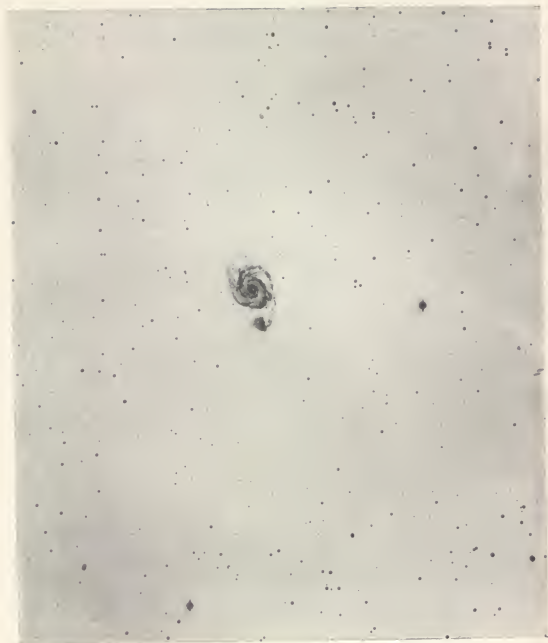
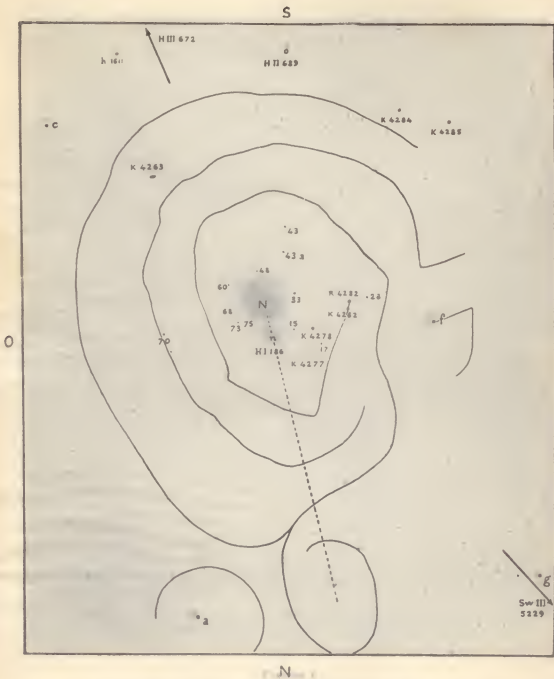


PLANCHE I.

LA NÉBULEUSE M 51 CANUM VENATICORUM ET LA RÉGION AVOISINANTE
d'après le cliché ISAAC ROBERTS 2822, 15 avril 1898. — Pose 12h 15^m à 13h 45^m t. s. Crowborough.



SPHÈRES STELLAIRES ET NÉBULEUSES EXTÉRIEURES A M 51

d'après le cliché ISAAC ROBERTS 2882, 15 Avril 1898.



PLANCHE II.

NÉBULEUSE M 51 CANUM VENATICORUM
d'après le cliché ISAAC ROBERTS 2908 et les mesures de D. R.

RIVISTA DI ASTRONOMIA

E SCIENZE AFFINI

Bollettino della Società Astronomica Italiana
(edito dalla stessa)

ABBONAMENTO ANNUO: per l'Italia L. 8,00 — Per l'Estero L. 10,00.
Un fascicolo separato: „ L. 0,80 — „ L. 1,00.

Direzione: **TORINO, Via Maria Vittoria, num. 23**
presso la Società Fotografica Subalpin

Deposito per l'Italia: Ditta G. B. PARAVIA E COMP. (Figli di I. Vigliardi-Paravia)
Torino-Roma-Milano-Firenze-Napoli.
per l'Estero: A. HERMANN, Libraire-éditeur, rue de la Sorbonne, 6, PARIS.

STORIA DEL CANNOCCHIALE

« Correva l'anno 1610, e per tutta Europa fu udita una voce che
« parve ripetere quell'antica: *Gaudium magnum nuncio vobis*; fu
« sparso e letto un libro latino di poche pagine, nel quale si annunciava
« alla Terra grandi meraviglie scoperte nel cielo mediante un nuovo
« strumento; meraviglie nella faccia della Luna; meraviglie nella Via
« Lattea e nelle Nebulose che sono apparse ammassi di stelle innume-
« revoli, meraviglie nel pianeta di Giove che è corteggiato da quattro
« lune. Questo libretto, stampato in Venezia nel mese di marzo 1610,
« è di Galileo, che lo scrisse in latino per farsi intendere subito da
« tutto il mondo, e lo scrisse subito nell'allegrezza della prima scoperta
« che cominciò la notte del 7 gennaio di quell'anno; e però il libro è
« una festa, una letizia, una nuova rivelazione, una felice novella che
« scende dal cielo; ed è bello sin anche il titolo: *Sidereus Nuncius*,
« *magna longeque admirabilia spectacula pandens, suspiciendaque pro-*
« *ponens unicuique, praesertim vero philosophis atque astronomis, quae*
« *a Galileo Galilei, patritio florentino, Patavini gymnasii publico*
« *mathematico, Perspicilli nuper a se reperti beneficio, sunt observata*
« *in Lunae facie, fixis innumeris, Lacteo Circulo, stellis nebulosis,*
« *apprimè vero in quatuor planetais circa Jovis stellam disparibus in-*
« *terralis atque periodis, celeritate mirabili circumvolantis: quos ne-*

« *mini in hanc usque diem cognitos, novissime author deprehendit*
« *primus atque Medicea Sidera nuncupandos decrevit.*

« Solenni e letizianti sono le parole onde incomincia, nelle quali io sento tutta la poesia della scienza che sorge, bella, lieta, sorridente « come una vaga fanciulla che entra cantando nella festa della vita... » (1).

Questo squarcio tolto dalla « Letteratura Italiana » di LUIGI SETTEMBRINI e propriamente dal capitolo LXXV avente per titolo **Galileo**, parve degno proemio alla Storia del cannocchiale che intendiamo narrare sommariamente in occasione del trecentesimo anno di quell'avvenimento. Ai lettori della *Rivista di Astronomia e Scienze affini* non sarà inutile il sapere come nacque e come progredì il meraviglioso strumento mediante il quale si è così prodigiosamente progredito nella maggior parte delle Scienze di osservazione.

I.

La storia del cannocchiale, specialmente nella sua origine, è alquanto incerta; talchè non si può rispondere con sicurezza alla domanda: Chi costruì il primo cannocchiale?

La legge della rifrazione della luce fu enunciata da Cartesio soltanto nel 1637. Prima di quest'epoca essa non era nota. KEPLER nel 1611 la enunciava così: *L'angolo di rifrazione è proporzionale all'angolo d'incidenza quando questo non supera 30°.*

Gli autori anteriori al Keplero non hanno detto nulla sulla relazione esistente tra gli angoli d'incidenza e di rifrazione.

Per conseguenza **scientificamente** il cannocchiale non ha potuto essere inventato prima di quell'epoca.

Al caso solo è dovuta la scoperta del cannocchiale che oggi porta il nome di Galilei, nè ciò deve recar meraviglia essendo già conosciute da gran tempo le lenti convesse e concave che si adoperavano comunemente a correggere le anomalie della vista.

È fuori di dubbio che G. B. DELLA PORTA conosceva il cannocchiale fin dall'anno 1586. È degna di nota la lettera seguente (2):

(1) Cfr. *Lezioni di Letteratura italiana dettate nell'Università di Napoli* da LUIGI SETTEMBRINI. Seconda edizione. Napoli, 1870. Vol. II, pag. 413.

(2) Cfr. FRANCESCO FIORENTINO, *Della vita e delle opere di Giovan Battista Della Porta* (Nuova Antologia, vol. 21, seconda serie, 1880). G. B. DELLA PORTA nacque a Vico Equense (Provincia di Napoli) e propriamente nella frazione Pagagnano verso il 1540. Morì a Napoli il 4 febbraio 1615.

(Cfr. *Notizie autentiche sulla famiglia e sulla patria di Gio. Battista Della Porta*, del Canonico GAETANO PARASCANDOLO. Napoli, Officina Tipo-litografica E. Paperi, 1903).

Di Napoli, hoggi 27 di giugno 1586.

« Ill.mo e Rev.mo Signore,

.

« Sono più di due mila secreti di medicina et altre cose bellissime.
« Porterò anchor meco lo libro, che ho cominciato più di trent'anni di



G. B. PORTA.

« *Magnalia naturæ*: nel quale ho posto tutti i secreti scelti e provati
« di tutte le scienze.....

« *Fare occhiali che possino raffigurare un uomo alcune miglia lon-
« tano e altre cose mirabili* ».

Nella prefazione al libro: *De Refractione optices parte*. Libri novem
(Napoli, 1593) è detto quanto segue:

*Haec enim scientia ex Mathematicis, et naturalis Philosophiae mix-
tura orta est, et quicquid utraque in se incundi, et admirationis habet,
in se recipit, et colligit*

*Specilla condit quorum causas ex refractione cognoscit quæ debilibus
et eoculentibus oculis accomodata, longius et perspicacius dat omnia*

rontneri, quibus si prioremur, ferè ipso riso orbemur. Huius ope specilla quoque concinnantur (1) quae ad miraculum usque elongant visum. Funt imagines ut in aere penitulae videantur, tam clare et perspicue ut nisi manibus tangeres, vir oculis credas . . .

Ad onta di ciò G. B. Della Porta non divulgò questa sua cognizione, nè fece alcuna osservazione che avesse potuto rendere popolare questo che era uno dei più bei secreti di *Magia naturale*.

Lo stesso dicasi di ZACHARIAS JANSEN (detto anche JOANNIDES) e di HANS LIPPEMSHEY, esperti meccanici di Middelburgo (2), i quali costruivano il cannocchiale che o avevano indovinato per caso o di cui avevano inteso parlare (3).

È fuori di dubbio che negli anni 1608 e 1609 nell'Olanda ed a Parigi si vendevano cannocchiali la cui lunghezza non superava un piede e mezzo (47 centimetri). Di qui il nome di cannocchiale olandese al nuovo strumento, il quale non era che un oggetto di pura curiosità.

A Galileo Galilei, professore nel celebre studio di Padova, pervenne la fama di tale strumento, e sia che ne avesse soltanto intesa una sommaria descrizione, sia che ne avesse avuto qualcuno fra le mani, certo è che in brevissimo tempo ne costruì dei migliori. Diretto al cielo l'istrumento da lui perfezionato, vide, primo fra tutti, quei meravigliosi fenomeni che nessuna mente umana aveva mai immaginato.

Le montagne nella Luna, le macchie nel Sole e la sua rotazione, i satelliti di Giove, le fasi di Venere, la natura della via lattea ed altre scoperte si succedevano con una rapidità tale da empire il mondo intero del nome di lui e del nuovo strumento acquisito per lo studio del cielo.

(1) Secondo il *Lexicon* del FORCELLINI (edizione di Prato, 1861): *Concinno proprie est concinnum facere, sive apte et convenienter res multas inter se componere....; mettere insieme acconciamente, aggiustare.*

(2) Middelburgo è la capitale di Walcheren, la più occidentale dell'isole dell'Olanda (Provincia della Zelanda) tra le due foci principali della Schelda.

(3) In una memoria del prof. ANTONIO FAVARO avente per titolo: *La invenzione del telescopio secondo gli ultimi studi*, presentata nell'adunanza dell'Istituto Veneto del 28 ottobre 1906, l'autore dà conto dell'opera dell'olandese C. DE VAARD sulla invenzione del telescopio. Questi dice che è venuto alla luce il diario di un uomo insigne (ISACCO BEEKMANN) che lavorò per parecchi giorni nel 1633 e 1634 presso JOANNES SACHARIASSEN. Tale diario va dal 1611 al 1635. In esso si legge quanto segue: *Johannes Sacharias dice che suo padre fece il primo cannocchiale presso di noi nell'anno 1604 dietro uno di un italiano sul quale era scritto: Anno 1 [5] 93.* — [Cfr. *Atti del Reale Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti. Anno accademico 1906-1907, Tomo LXVI (Serie ottava, Tomo nono), parte seconda, pagina 1*].

Galileo, avendo data la scalata al cielo, diminuendone di 29,30 la distanza (1), ha diritto al nome di conquistatore. Vada pure col suo nome il cannocchiale formato con una lente convergente ed un'altra divergente; non è una usurpazione codesta. Egli ridusse un oggetto di pura curiosità ad uno strumento di ricerca scientifica della più grande importanza. Il primo periodo della storia del cannocchiale, che può dirsi il pe-



H. LIPPERSHEY.

riodo del caso, si riassume bene nei seguenti distici composti da GIOVANNI FABRO, segretario dell'Accademia dei Lincei, nel 1612:

Porta tenet primas, habes Germanæ secundas,
Sunt, Galilaeæ, tuas tertia regna labor.
Sidera sed quantum terris coelestia distant,
Ante alios tantum tu, Galilaeæ, nites.

(1) I migliori cannocchiali costruiti da Galileo avevano un ingrandimento non superiore a 30.

Nel Museo di fisica e storia naturale di Firenze e propriamente nella tribuna di Galileo si conserva con molta cura il cannocchiale con cui Galileo scoprì i satelliti di Giove. L'obiettivo di tale cannocchiale è una lente non arrotata del diametro di 50 millimetri, ridotto mediante un diaframma di carta a 25 millimetri; l'oculare è una lente divergente del diametro di 2 centimetri, ridotto ad 1 mediante un diaframma di carta. Il tubo del cannocchiale è di cartone, ha la lunghezza di 1 metro e 20 centimetri ed il diametro di circa 25 millimetri. L'obiettivo è incastrato in un pezzo di legno più largo.

II.

Dopo l'invenzione del cannocchiale, i dotti incominciarono a cercare la teoria di esso per spiegarne il modo di funzionare. Il primo che si distinse in questa ricerca fu il KEPLER, che nel 1611 pubblicò la sua Diottrica (1).

Dopo avere enunciato la relazione tra l'angolo d'incidenza e l'angolo di rifrazione nel modo accennato innanzi, espone le proprietà più



Z. JANSEN.

comuni delle lenti convergenti ed il modo di trovare il fuoco corrispondente dei raggi paralleli.

Nella proposizione XXCVI, a pag. 42, enuncia la teoria del cannocchiale astronomico [*Duobus convexis majora et distincta praestare visibilia, sed everso situ*], e nella XXCIX, quella del cannocchiale terrestre [*Tribus convexis erecta et distincta et majora praestare visibilia*].

Esposte le proprietà più comuni delle lenti divergenti non parla del fuoco corrispondente ai raggi paralleli; la teoria dei sistemi composti di

(1) JOANNIS KEPLERI S^r. C^{us}. M^{is}. Mathematici, **Dioptrice** seu Demonstratio eorum quae visui et visibilibus propter conspicienda non ita pridem inventa accidunt, etc. Augustae Vindellcorum, M.DCXI.

due lenti, una convergente e l'altra divergente, riesce quindi incompleta.

Sono notevoli le due proposizioni seguenti:

CV. PROBLEMA. — *Visibilia lente cara et convexa pingere super papyro majori quantitate, quam per solam convexam sed eversa.*

CVII. PROPOSITIO. — *Carò lente proximè oculum positi, quae solitaria confusa praestaret visibilia; quaecum; lens majori circulo concava in una certà remotione à cavò distinguit visibilia et auget.*



G. GALILEI.

Quest'ultima proposizione dovrebbe essere la spiegazione del modo di funzionare del cannocchiale di Galilei; essa però è molto confusa e non aggiunge nulla a quanto si conosceva di quel cannocchiale.

Dopo quest'epoca furono molti che si diedero alla costruzione dei cannocchiali; Galileo perfezionava sempre più il cannocchiale con oculare divergente, ma non giunse a costruirne con ingrandimento maggiore di 30. Questo stesso cannocchiale fu adoperato per proiettare sopra uno schermo le immagini del sole fin dal 1612 (1) e poi successivamente in tempi posteriori.

(1) Cfr. vol. XI delle opere di Galilei, pag. 362, dove si trova una figura dimostrativa, disegnata nella lettera di LODOVICO CARDI DA CINGOLI, del 14 luglio 1612.

Lo SCHEINER, che più di ogni altro lo adoperò per lo studio delle macchie del sole, chiama *Elioscopio* il cannocchiale quando, mediante opportuni vetri colorati, con esso si guarda direttamente il sole, e *Telioscopio*, quando esso serve a proiettare sulla carta l'immagine del sole (3).

Intanto si era già incominciato a costruire il cannocchiale astronomico (con due lenti convergenti) secondo le indicazioni di Kepler e si era già riconosciuta la sua superiorità nelle osservazioni dei fenomeni celesti.



J. KEPLER.

Il primo a costruire il cannocchiale astronomico sembra sia stato FRANCESCO FONTANA di Napoli. Egli, nel suo libro (1), dice di aver costruito questo cannocchiale fin dal 1608 e, a pag. 3, riporta una dichiarazione del gesuita GIROLAMO SIRSALE, di aver veduto in casa del Fontana un cannocchiale formato con due lenti convesse poco dopo il 1625. A pag. 5 vi è un'altra dichiarazione del gesuita GIOVAN BATTISTA

(3) Cfr. Rosa Ursina sive sol... a CHRISTOPHORO SCHEINER GERMANO AVEVO, e Societate Jesu. Bracciani, 1630.

(1) Cfr. *Novae coelestium, terrestriumque rerum observationes, et fortasse hactenus non vulgatae* a FRANCISCO FONTANA SPECILLIS A SE INVENTIS ET AD SUMMAM PERFECTIONEM PERDUCTIS, EDITAE. Neapoli, MDCXLVI.

Il Fontana nacque in Napoli verso il 1580, morì ivi di peste nel 1656.

ZUPPI, professore di matematiche nel Collegio Napoletano, la quale dico così: *aito etiam usum duarum lentium convexarum in tubis opticis ab illo usurpatum ab anno huius saeculi 14.*

Il volume del Fontana è stato pubblicato nel 1646, però le osservazioni che si contengono in esso della *Luna*, di *Giove*, *Venere*, *Marte* e *Saturno*, sono state fatte negli anni precedenti e vanno dal 1629 al 1645; non vi è dunque nessuna ragione plausibile per dubitare delle



F. FONTANA.

dichiarazioni scritte dei P.P. Zuppi e Sirsale. Il Fontana dà molte particolarità sulla costruzione delle lenti; nota che le lenti biconvesse sono più difficili a costruirsi che le biconcave e mostra le regole per giudicare se sono buone le *forme* con cui si fabbricano le lenti (1). Coi cannocchiali del Fontana furono fatte molte scoperte nel cielo, mentre con quelle fatte da altri costruttori di quell'epoca poco o nulla si era ottenuto. Lo stesso TORRICELLI, discepolo di Galilei, non giunse a superare i cannocchiali del valedute costruttore napoletano (2).

(1) Cfr. pag. 39 del volume citato.

(2) Cfr. R. CAVERNI, *Storia del metodo sperimentale in Italia*, tomo I, pagine 374 e segg.

Il cannocchiale astronomico, cioè con due lenti convesse, aveva trionfato per ciò che riguardava le osservazioni dei fenomeni celesti. Rimaneva a costruire il cannocchiale terrestre per potere vedere gli oggetti lontani nella loro posizione naturale.

Fu il Fontana che costruì il primo cannocchiale terrestre con tre lenti (*Dirigitur species inversae virtute tertiae lentis eiusdem diametri...*) (1), ed in modo alquanto differente da quello indicato dal



C. HUYGENS.

Kepler. Basta confrontare quanto dice questi, a pagina 44 e seguenti della sua Diottrica, con ciò che dice il Fontana per persuadersi che quest'ultimo ha ragione quando termina il Capo VII, a pag. 20 colle seguenti parole :

Praeterquam quod modus armandi telescopium per specierum inversionem a recensito authore (intendi Kepler) insinuat, est longe diversus a modo hic posito, legite ipsum.

Il metodo adoperato dal Fontana per costruire il cannocchiale terrestre è questo :

(1) Cfr. l. c., pag. 21.

La lente M (fig. 1) è la lente di raddrizzamento che della immagine rovesciata I data dall'obiettivo, ne dà un'altra capovolta ed ingrandita. Quest'ultima si trova tra la lente oculare N ed il suo fuoco anteriore, per cui questa lente funziona da microscopio semplice. La distanza tra le due lenti M ed N è quadrupla della loro comune distanza focale.

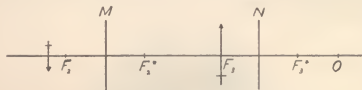


Fig. 1.

Il metodo di Keplero è invece rappresentato dalla fig. 2.

La immagine I data dall'obiettivo si trova *molto lontana* dalla lente di raddrizzamento M ; l'immagine raddrizzata da quest'ultima è quindi

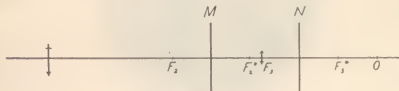


Fig. 2.

più piccola di quella I data dall'obiettivo; e perciò l'effetto ultimo del cannocchiale è migliore nel cannocchiale terrestre del Fontana che in quello del Keplero.

III.

Quella parte dell'ottica che si occupa della teoria dei cannocchiali non aveva progredito affatto, nemmeno dopo la pubblicazione dell'ottica di Cartesio, talchè il libro di Keplero era tuttora ritenuto come il miglior trattato di ottica di quel tempo. I costruttori di cannocchiali non riuscivano a darne migliori di quelli del Fontana e del Torricelli; mancava loro la scienza per guidarli!

Fin da quando Galileo, osservando Saturno, aveva annunziato al mondo: *altissimum planetam tergeminum observari*, poco o nulla si era scoperto di più intorno a quel singolare pianeta.

Le osservazioni del Fontana fatte dal giugno 1630 al dicembre 1645, e registrate nel libro citato avanti sono una prova manifesta del progresso che l'ottico di Napoli aveva fatto nella costruzione del cannoc-



L. EULER.

chiale astronomico e nella conoscenza delle apparenze di Saturno; la ragione però di codeste apparenze era ignota.

Era già sorto l'uomo che all'abilità di costruire cannocchiali accoppiava una perfetta conoscenza dell'ottica; quest'uomo si chiamò CRISTIANO HUYGENS (1).

Nel 25 marzo del 1655 l'Huygens scoprì uno dei satelliti di Saturno; prima di quell'anno e di quel giorno nessuno aveva visto satelliti intorno a quel pianeta.

Nel 1659 fu pubblicato il *sistema di Saturno*, con una lettera-dedica al Principe Leopoldo di Toscana. In questa pubblicazione l'Huygens

(1) Nato all'Aja (Olanda) il 14 aprile 1629, morto ivi l'8 giugno 1695.

parla dei cannocehiali adoperati da lui (1), e da lui costruiti. Egli aveva già dimostrato che l'ingrandimento di un cannocehiale astronomico è dato dal rapporto tra le distanze focali delle due lenti che lo formano (obiettivo ed oculare); ciò gli permise di costruire cannocehiali più adatti allo scopo.

Un primo cannocehiale, quello con cui scoprì il satellite di Saturno, aveva l'obiettivo del diametro di 35 millimetri e la distanza focale di $3^m,78$, l'oculare di distanza focale eguale a 7 centimetri.



J. DOLLOND.

Il secondo, quello con cui stabilì l'esistenza dell'anello che circonda il pianeta, aveva l'obiettivo del diametro di 65 millimetri e la distanza focale di $7^m,22$, l'oculare composto di due lenti piano-convesse a contatto tra loro, ciascuna del diametro di 39 millimetri, in modo che la distanza focale del sistema composto fosse di circa 7 centimetri.

(1) Cfr. CHRISTIANI HUGENII a *Zulichen, dum viveret Zethemi Toparchae*. Opera varia, volumen secundum. Lugduni Batavorum, MDCCXXIV. — Cfr. *Œuvres complètes de CHRISTIAAN HUYGENS*, publiées par la Société Hollandaise des Sciences, I, *Correspondance 1638-1656*, pag. 471, n. 322, e II, pag. 357, n. 591, pag. 361, n. 593, etc. — Cfr. anche N. JADANZA, *Per la storia del cannocchiale*. Memoria della R. Accademia delle Scienze di Torino, serie II, tomo XLVI, 1896.

L'ingrandimento del cannocchiale era *cento*, cifra non mai raggiunta da alcun costruttore anteriore.

Le scoperte di Huygens, che rappresentano il trionfo della scienza ottica, eccitarono l'emulazione in molti dotti per avere cannocchiali ancora più potenti. Tra i vari costruttori si distinse, più di ogni altro, GIUSEPPE CAMPANI in Roma; i suoi cannocchiali astronomici furono i più perfetti di quel tempo; con essi non solo fu confermata la teoria di Huygens dell'anello di Saturno, ma furono fatte altre importanti scoperte nel cielo.

Coi cannocchiali del Campani, alcuni dei quali arrivarono fino alla lunghezza di 44 metri, G. Domenico Cassini scoprì 4 satelliti di Saturno, uno nel 1671 (ottobre), uno nel 1672 (dicembre) e due nel 1684 (marzo).

Il Campani ha anche il merito di aver costruito il cannocchiale terrestre a quattro lenti (1); adoperando cioè per raddrizzare l'immagine data dall'obbiettivo, un sistema telescopico composto di due lenti anziché di una sola. Un tale sistema aveva il vantaggio di non aumentare l'iridescenza nelle immagini e di rendere minima la distanza tra l'immagine data dall'obbiettivo e quella raddrizzata.

Tale vantaggio riconosciuto dall'Huygens nella sua Diottrica era già

(1) Alcuni scrittori hanno detto che il cannocchiale terrestre a quattro lenti fu inventato dal Cappuccino RHEITA. Nel libro: *Oculus Enoch et Eliae sive Radius Sideris mysticus...* MDCXLVIII, non vi è traccia di cannocchiali terrestri diversi da quelli del Fontana. Si possono consultare le pagine 351, 354 e 356 di quel libro nelle quali si parla del cannocchiale astronomico con due lenti convesse; *De confectione tubi binoculi* e del cannocchiale terrestre. La invenzione del Rheita si riduce soltanto a quella del binocolo. Bisogna osservare però che l'autore dopo il paragrafo in cui parla del cannocchiale terrestre a tre lenti scrive quanto segue:

SECRETUM

ogowautewzoar mdelctuas oebriegeutnat maumipitumfquiceant ruistreo tceordlioucma icnopnufnucstiuomnis suuenrto utirtiraa accounlunerziaa ogbuiaerct-tuimum.

Tale segreto trovasi decifrato da PIETRO BORELLI a pag. 35 del suo libro: *De vero telescopij inventore*, etc. Hagae-Comitum, M.DC.LV.

L'eredito Cappuccino volle tener segreto il suo trovato che non si sa in qual modo doveva attuarsi in pratica. Qual fiducia può avere codesto mediocre osservatore il quale credeva di aver scoperto 6 satelliti intorno a Saturno e 2 intorno a Giove oltre i 4 scoperti da Galilei? Basta leggere la lettera che segue per conoscere in che conto era tenuto dal suo contemporanei:

« Auctores qui de vitris poliendis agunt tantum quatuor novi, Sirturum, Reitam, Car-
« testum et Hevellum, si bene memini. Sirturi liber in 4^{to} est in Italia editus describens
« modum conficiendi tubum opticum Galilei, et quid in vitris terendis observandum
« ait. Reita in opere suo Astronomico Enoch et Eliae, libro 4^{to} sat fusè constructionem
« telescopij tradit, usque ad praeceptum 4um, quae satis bona sunt: verum quae sequuntur,
« et toto opere continenter valde stulta sunt et tali auctore digna, utpote, qui ne vel
« simplicissimam in Geometria demonstrationem intelligebat: Is alia ex me Antwerpiae
« aliquam audiverat et viderat, quae non intellecta absurde in chartam conjecit » (*).

(*) Cfr. HUYGENS, *Opera compléta*, vol. I, pag. 221: una lettera inviata il 10 febbraio 1658 da G. von Gutchoven ad Huygens.

stato avvertito dallo stesso Campani (1), il quale lodava l'oculare composto di due lenti piano-convesse sovrapposte l'una all'altra, adoperato dall'Huygens « a fin di sfuggire in questa maniera alcuni difetti, che « nel vetro di straordinaria grossezza sono quasi inevitabili... ».

Notiamo qui di passaggio che l'oculare di Huygens composto di due lenti a distanza e che serve ad aumentare il campo di un cannocchiale, è posteriore a questa epoca: esso fu proposto dopo il 1681.



J. FRAUNHOFER.

Coll'Huygens e col Campani si chiude il secondo periodo della storia del cannocchiale, che può chiamarsi il periodo della scienza, iniziato colla diottrica di Keplero e terminato con quella di Huygens (2).

(1) Cfr. *Ragguaglio di due nuove osservazioni una celeste in ordine alla Stella di Saturno; e terrestre l'altra in ordine agli strumenti medesimi, co' quali si è fatta l'una e l'altra osservazione, dato al Serenissimo Principe Mattia di Toscana da Giuseppe Campani da San Felice dell'Umbria di Spoleto*. Roma, 17 maggio 1664.

(2) A Firenze nel Museo di storia naturale e propriamente nella tribuna di Galilei sono conservati oltre al cannocchiale di Galilei, parecchi cannocchiali del Campani, del Divini (emulo del Campani in Roma), di Torricelli, del Mariani, ecc. — Nel Museo Copernicano in Roma (Osservatorio del Collegio Romano) si trovano anche cannocchiali del Campani e del Divini. — Alla Società Reale di Londra si conservano tre lenti costruite da Huygens, aventi distanze focali di 38^m, 56^m e 66^m!

IV.

La lunghezza esagerata che si dava alle distanze focali degli obiettivi dei cannocchiali era causata dal fatto che, dietro le esperienze di NEWTON (1), si era perduta la speranza di costruire un telescopio rifrangente che fosse acromatico. S'incominciarono quindi a costruire i telescopi a riflessione, aventi cioè obiettivi formati da specchi sferici che davano immagini acromatiche. Le descrizioni di codesti telescopii che sono di 4 tipi differenti: di GREGORY, di CASSEGRAIN, di NEWTON e di HERSHEY, si possono leggere in differenti trattati di Fisica e di Astronomia.

Il primo ad occuparsi dell'*acromatismo* delle lenti fu EULERO, che fin dal 1747 in una *Memoria dell'Accademia di Berlino* dimostrò la possibilità del parallelismo tra i raggi rossi e violetti emergenti da un sistema di due lenti concavo-convesso aventi in mezzo dell'acqua (2). Il celebre costruttore inglese DOLLOD, soltanto dopo che il professore KLINGSTIERNA dell'Università di Upsala (Svezia), ebbe dimostrata la falsità di una celebre esperienza di Newton, nel 1757 costruì un prisma *acromatico* composto di tre prismi: il primo e l'ultimo erano di vetro *Crown*, quello di mezzo era di cristallo d'Inghilterra, *Flint*.

Dopo che DOLLOD ebbe costruito il primo cannocchiale acromatico nel 1758, ritornò negli astronomi la fiducia negli strumenti diottrici, ma il progresso non fu molto rapido; l'arte di fabbricare i vetri non era ancora molto progredita. La perseveranza degli ottici e gli ostacoli che s'incontrano nella costruzione degli obiettivi acromatici si possono soltanto immaginare qualora si osservi che le difficoltà crescono come il cubo del loro diametro, cosicchè un obiettivo avente il diametro di 20 centimetri è 8 volte più difficile a riuscire di uno di 10; un obiettivo del diametro di 21 centimetri è 27 volte più difficile di uno di 7 (3).

Nel 1800, in Francia, non esisteva un cannocchiale acromatico, il cui obiettivo fosse di 11 centimetri! Esso fu costruito soltanto nel 1804, dal LEREBOURS. Nel 1823, il migliore cannocchiale esistente era quello dell'Osservatorio di Parigi, del diametro di 24 centimetri e di distanza focale 3^m,32 costruito dallo stesso Lerebours. Nel 1824, FRAUNHOFER, ne

(1) ISACCO NEWTON nacque nella contea di Lincoln, presso Grantham, il 25 dicembre 1642; morì a Kensington, Londra, il 20 marzo 1727.

(2) Cfr. N. JADANZA. *Teorica dei cannocchiali*, pag. 262.

(3) Cfr. C. FLAMMARION, *Les terres du ciel*, pag. 34.

costruì un altro dello stesso diametro, di distanza focale $= 4^m,53$ per l'Osservatorio di Dorpat.

Nel 1838 l'ottico MEYZ, di Monaco di Baviera, costruì un obiettivo di 38 centimetri e di distanza focale $= 7^m$, per l'Osservatorio di Pulkowa in Russia.

Dal 1850 al 1860 furono costruiti a Parigi due obiettivi, uno di 52 centimetri dal DUX, l'altro di 55 centimetri dal POISSON: il primo aveva la distanza focale di 15^m , l'altro di 13^m . Essi però non riuscirono migliori di quello già esistente, di 32 centimetri.

Dopo il 1860 se ne sono costruiti altri ancora maggiori, per es., quello del diametro eguale a 63 centimetri, della casa *Cooke and Sons*, per conto dell'inglese M. NEWALL, quello di 68 centimetri, costruito nel 1872, per il Governo degli Stati Uniti d'America, dalla casa *Clark di Cambridge* (Massachusetts), quello di centimetri 91,5 e di distanza focale di 15^m , dell'Osservatorio LICK, sul monte Hamilton in California, e l'ultimo di centimetri 101,6 dell'Osservatorio Yerkes presso Chicago.

Le scoperte fatte con questi ultimi strumenti sono innumerevoli: il progresso continuo dell'ottica pratica e della scienza ne fa sperare delle maggiori per l'avvenire.

N. JADANZA.

IL TEMPO E GLI OROLOGI SOLARI

Dacchè l'uomo esiste sulla Terra, la rotazione di questa gli ha sempre dato il mezzo migliore per la misura del tempo. Se la Terra cessasse di rotare sul proprio asse, e non ritenesse che il movimento intorno al Sole, la rettificazione e il controllo dei nostri orologi diventerebbero cose assai difficili. Queste operazioni si fanno ora confrontando gli orologi col grande orologio cosmico, nel quale il Sole col suo moto annuo apparente fa da lancetta delle ore, e le stelle, in grazia della rotazione diurna, sono altrettante lancette dei minuti. Se la rotazione venisse a mancare, non rimarrebbe più in cielo che la tardigrada sfera delle ore. Dalle nostre torri abbiamo tolti via già da un pezzo quei vecchi orologi che portavano il solo indice delle ore, tuttochè essi permettessero di stimare abbastanza bene le mezze ore ed i quarti. Ora, il Sole sarebbe

un indice assai più grossolano di quello degli orologi anzidetti, giacchè renderebbe invisibili, anche nei telescopi, molte e molte di quelle stelle alle quali bisognerebbe riferire la sua posizione per regolare i nostri cronometri e *fare*, come si dice, il *tempo*. L'unico surrogato, non del tutto disadatto, delle stelle, potrebbe essere la Luna, negli intermittenti periodi della sua visibilità. Si farebbe il tempo misurando le distanze della Luna dalle stelle, ma è facile capire che i risultati sarebbero 27 volte meno esatti di quello che sono ora, giacchè, in sostanza, alla rotazione della Terra verrebbe sostituita una rotazione 27 volte più lenta. Risultati molto più esatti si avrebbero dalle occultazioni delle stelle dietro la Luna, ma le veramente favorevoli sarebbero poche, onde al metodo delle distanze resterebbe il vantaggio della presso che continua applicabilità, in tutto il mezzo mese di permanenza della Luna sopra l'orizzonte di un dato luogo. Si suppone per altro che in tale luogo sia notte, la quale durerebbe una metà dell'anno: nell'altra metà bisognerebbe aiutarsi con le distanze della Luna dal Sole, e il metodo diventerebbe anche più imperfetto.

Durante le assenze della Luna, l'emisfero diurno resterebbe con due orologi, uno peggiore dell'altro, il moto del Sole tra le stelle e la rotazione del Sole, mentre nell'emisfero oscuro non si potrebbero utilizzare se non i tardigradi moti dei pianeti ed eventualmente la rotazione di Marte o di Giove. Tutti questi ripieghi sarebbero così infelici che probabilmente in mancanza della Luna nessun astronomo penserebbe a fare il tempo.

*
* *

Se l'arresto assoluto di rotazione, in forza del quale i poli, l'equatore, i meridiani cessassero di esistere, e lo zenit di qualsivoglia luogo diventasse immobile fra le stelle, è un impossibile in natura, non può dirsi altrettanto di una rotazione lenta come la vediamo nel Sole e nella Luna, e neanche di una lentissima come quella che gli schiaparelliani attribuiscono a Mercurio e a Venere. La questione del come si possa fare il tempo su codesti astri sembrerà perciò forse più interessante di quella posta precedentemente.

È facile vedere che per quanto lento voglia essere il moto apparente del cielo stellato, sempre resta esso il fenomeno più prezioso per la misura del tempo. Un abitante del Sole vedrebbe una stella dell'equatore solare muoversi entro il campo dell'istrumento dei passaggi con la stessa velocità con cui noi vediamo muoversi le nostre stelle di $87^{\circ} 40'$

di declinazione. Le stelle equatoriali della Luna si sposterebbero lente come le nostre di $87^{\circ} 53'$. Il metodo dei passaggi col cronografo non potrebbe perciò dare buoni risultati, e gli astronomi del Sole e della Luna sentirebbero più assai di noi il bisogno del micrometro nel senso delle Ascensioni rette. Biseccando col filo mobile molte volte di seguito una stella durante il suo passaggio, si finirebbe col fissare abbastanza bene l'istante della culminazione. Gli abitanti di quell'emisfero lunare che guarda sempre la Terra, avrebbero nell'osservazione delle macchie di questa, un secondo modo di regolare i loro cronometri, ma oltre che esso diventerebbe impraticabile nelle congiunzioni della Terra col Sole, sarebbe sempre meno preciso del metodo siderale, non ostante il gran diametro del disco terrestre. Un terzo metodo per gli abitanti della faccia a noi rivolta sarebbe quello del misurare la distanza angolare fra Terra e Sole. Anche le distanze del Sole dalle stelle potrebbero sulla Luna servire a fare il tempo, giacchè il primo non toglie, come qui da noi, la vista delle seconde. Ma per questa stessa ragione è reso sempre possibile il metodo micrometrico-siderale, il quale resta perciò preferibile a tutti gli altri, in tutte le regioni della Luna.

Passiamo ora al caso di Mercurio e Venere, ammettendo con Schiaparelli, che in entrambi questi pianeti:

Altera perpetuo facies comburitur aestu,
Abdita pars tenebris altera sole caret,

vale a dire che essi ruotino in modo da rivolgere al Sole sempre la stessa faccia.

Se ci portiamo col pensiero sull'*abdita pars tenebris* di Venere e puntiamo col filo del micrometro una stella equatoriale, dovremo aspettare $3^{\text{h}} 45^{\text{m}}$ per vederla spostata di $15''$, cosa che qui sulla Terra verifichiamo in 1^o! Supponendo eguale a 15 primi d'arco la larghezza del campo del nostro cannocchiale, la nostra Polare impiegherebbe 49 minuti circa ad attraversarlo. Su Venere, una stella equatoriale ci metterebbe 3 ore e $3\frac{1}{4}$. Una stella equatoriale di Venere è dunque incomparabilmente più sfavorevole alla determinazione del tempo su detto pianeta, di quello che sarebbe per noi la Polare! Ed anche in Mercurio la velocità delle stelle più rapide è sempre molto minore di quella della nostra Polare, poco più della metà!

Immagini dunque il lettore quale raffinamento di misure micrometriche sulle stelle abbian dovuto escogitare gli astronomi di Mercurio e di Venere per arrivare all'esatta conoscenza degli stati dei loro crono-

metri. Intendiamo gli astronomi degli emisferi oscuri, giacchè negli emisferi illuminati perpetuamente dal Sole, non c'è altro orologio cosmico che il Sole stesso con la sua rotazione, ed è un orologio tutt'altro che buono se consideriamo i continui cambiamenti ai quali vanno soggetti i suoi indici, vale a dire le macchie solari.

Per quanto infelici sono nella misura del tempo gli abitanti di Mercurio e Venere, altrettanto privilegiati appaiono i marziani, in grazia del satellite Fobos che gira attorno al pianeta rapidissimamente, in 7 ore e 39 minuti. Marte ha così due orologi naturali di gran precisione: uno è il cielo stellato che ruota in $24^h 37^m$, in un tempo cioè pochissimo più lungo del giorno terrestre, l'altro è il satellite Fobos. Puntando il cannocchiale su Fobos, l'astronomo marziano lo vede avanzarsi *contro* le stelle, 32 secondi d'arco per secondo di tempo, una velocità che è più del doppio di quella delle nostre stelle equatoriali!

Se poi da Marte passiamo a Giove ed a Saturno, troveremo sempre una determinazione di tempo più vantaggiosa che sulla Terra, la quale sembra, dunque, tenere un giusto mezzo fra i troppo diseredati pianeti inferiori e i privilegiati pianeti superiori. Di tale giusto mezzo noi ci contenteremo. La rotazione del nostro cielo è rapida quanto basta ad una comoda e facile misura del tempo, e si presta perciò così bene a rappresentare il tempo stesso che può servire a darvene una definizione *positiva*. Aristotele dice infatti: *Quid motus sphaerae coelestis sit tempus*, e S. Tommaso: *Tempus est numerus motus firmamenti*. Il numero di S. Tommaso diventa *angolo* nel linguaggio dell'astronomo. Il tempo è per questi nient'altro che l'angolo orario del Sole, angolo le cui variazioni misurano appunto la quantità di cui ha rotato il cielo. Tale concetto del tempo non può non essere antico quanto l'uomo, dal che segue che il vero orologio regolatore nostro è lo stesso che quello dei nostri remoti antenati. Ma codesto regolatore non porta scritte le ore, onde l'uomo ha dovuto ingegnarsi a trovare dei mezzi per fargliene rappresentare. Nell'impiego di tali mezzi risiede l'unica differenza, l'unico progresso dall'antichità a noi. Noi abbiamo dei meccanismi capaci di ruotare uniformemente come la sfera celeste, e possiamo sostituirli a questa negli usi pratici della vita civile ed astronomica, riserbandoci di controllarli di quando in quando con la posizione del Sole, sia direttamente, sia con l'intermedio delle stelle. Gli antichi o non conobbero simili meccanismi o ne ebbero di molto imperfetti, cosicchè ad essi non rimase aperta altra via che quella di fare automaticamente segnare al Sole, sui quadranti solari, il proprio angolo orario.

La storia dell'orologeria si scinde quindi in due epoche caratteristiche, quella degli orologi solari e quella degli orologi meccanici. Rimettendo ad un altro articolo la seconda, noi vogliamo oggi fare una rapida corsa attraverso la prima epoca, nella quale ci servirà di guida l'istruttivo opuscolo « Gnomone und Sonnenuhren » del nostro chiarissimo consocio P. Adolfo Müller (1).

*
**

Come indici (*γνώμων*) atti ad indicare, mediante l'ombra del Sole, il compiersi dei successivi giri del cielo intorno al proprio asse, servirono talora ai nostri antenati quegli obelischi che anche oggi decorano qualche pubblica piazza delle nostre metropoli. Uno di essi, l'obelisco di S. Pietro, in Roma, compie anche oggi la sua millenaria funzione di gnomone. Ad ogni mezzodì, con assiduità indefettibile, la gigantesca ombra dell'obelisco attraversa la meridiana del figlio.

Ad ognuno di tali passaggi comincia nel computo dell'astronomo romano, un nuovo giorno, ma più facile e più comodo era, in epoche d'incipiente coltura, il far cominciare il giorno col sorgere del Sole, come usavano i Babilonesi, o col tramonto come preferivano gli Ebrei e gli Ateniesi. Plinio, per altro, nel II libro delle *Historiarum mundi* ci dice che l'antichissimo popolo degli Umbri facesse il giorno di mezzodì in mezzodì, come gli astronomi moderni. Nella vita civile dell'Occidente si è cominciato dal mantenere, con leggerissima alterazione, il sistema greco-ebraico, del contare i giorni da un tramonto all'altro, fintanto che si è sentito il bisogno di mettere il cominciamento del giorno alla mezzanotte, riportando con ciò in vigore quello che fu anche praticato nell'antichità, specialmente dai sacerdoti romani e dagli Egizi. Per tal modo, regna oggi disparità fra le date civili e le astronomiche, ma è da prevedere che essa sia in non lontano avvenire rimossa, adottandosi anche dagli astronomi il tempo civile. La ragione in contrario che si fa valere da alcuni, essere cioè molesto all'astronomo cambiar la data a mezzanotte, mentre *ferret l'opus* dell'osservazione, finirà con l'apparire insufficiente a contrappesare i vantaggi della unificazione dei due computi.

Le grandi ombre degli obelischi servirono anche egregiamente nell'antichità, a determinare giorno per giorno, lo stato del Sole rispetto

(1) Quanto segue è una traduzione libera dell'articolo del Müller, con parecchie nostre aggiunte, fra cui una spiegazione dell'analemma tolemaico, in un caso particolare. L'articolo del Müller è in « Stimmen aus Maria-Laach, 1909, 8 » e serve di recensione al libro *Gnomone und Sonnenuhren* del prof. Drecker, Aquigrana, 1909.

all'equatore, ossia a fare quella che oggi si chiama la *teoria del Sole*. Nei tempi moderni, e prima dei quadranti murali e del circolo meridiano, si sostituirono agli obelischi gli alti gnomoni di talune chiese, come Santa Maria del Fiore, S. Petronio, ecc. ecc., ma non furono notabili gran fatto i frutti che ne derivarono all'astronomia. Il vero progresso cominciò quando il cammeociale fu reso apparecchio di misura, onde tutta la scienza solare antica può essere aserita a gloria dei venerandi obelischi. — Dei quali non la sola importanza scientifica ammiriamo, ma parimenti il significato altamente civile. Gli obelischi sono un simbolo dell'unità del genere umano. L'indigeno dell'Asia e l'abitante incivilito dell'Occidente, l'uomo dei deserti africani non meno dell'Irochese d'America, hanno, attraverso i millenni, letto il tempo nell'ombra del Sole. L'umile gnomone era dunque ben degno di assurgere alle proporzioni dell'obelisco!

*
* *

La costruzione degli orologi solari fu molto studiata presso gli antichi, cosicchè in Vitruvio troviamo descritte non meno di 13 specie diverse di orologi, tra cui quelli aventi la forma di mezze sfere cave, come l'esemplare che fu dissotterrato, al tempo di Benedetto XIV, nella via Flaminia, ed esposto in Campidoglio. Altri orologi consistevano in un disco piatto (*discus in planitie*), ed oltre la meridiana mostravano anche le altre linee orarie, come quello che fu scoperto nella via Appia ai principi del secolo XIX. La *conarachne*, scoperta da Rayet in Eraclea, era un cono da disporsi parallelamente all'asse del mondo, e nel suo asse si trovava lo stilo che serviva da gnomone.

Lo gnomone diretto al polo è certamente coevo dello gnomone perpendicolare al piano dell'orologio. Si distingueva (1) nella più remota antichità, l'uno dall'altro, con l'attribuire il nome di γνῶμων solo al secondo, e chiamando *Polos* il primo, giusta quanto c'insegna Erodoto: Πόλον μὲν γὰρ καὶ γνῶμονα καὶ τὰ θυώδεα μέρεα τῆς ἡμέρης παρὰ Βαβυλωνίων ἐμαρθον οἱ Ἕλληνες.....

(1) È sembrato al prof. Dreyer che il Wolf attribuisse tale distinzione agli Arabi del Medio Evo. Ma a pag. 429 dell'*Handbuch der Astronomie* di R. Wolf (1° vol.) leggiamo: « Die Juden, Phönicier, Chinesen, Babylonier, etc. scheinen .. in dieser Kunst Vorgänger und Lehrer der Griechen gewesen zu sein, welche unzweifelhaft sowohl den *Polos* als die *Gnomone* kannten ». Più sotto Wolf nota, anzi, come nel trattato sugli strumenti astronomici dell'arabo Aboul Hhassan non si trovi descritto il solo *Polos*, ma reputa non potersene inferire col Marle, che quel dotto popolo conoscesse il solo gnomone. — c.

Nel Museo di Berlino si conserva un orologio romano, anch'esso emisferico, sul cui dorso è un buco che fa le veci dell'ordinario gnomone. Le linee orarie vi sono equidistanti, il che segna un progresso rispetto a ciò che si praticava dai Romani più antichi, quando il giorno e la notte si dividevano ciasuno in 12 ore, cosicchè nelle diverse stagioni le ore erano di diversa durata. Le ore dinanzi duravano al solstizio d'inverno circa 30 minuti meno che al solstizio d'estate.

Sulla torre di Andronico, detta anche torre dei venti, dell'antica Atene, erano ben otto orologi verticali dei quali Vitruvio ci dà la descrizione. Ma i greci costruivano anche orologi trasportabili sotto eguale latitudine (*πρὸς τὰ ἰσоторούμενα κλίματα*) nonchè orologi *πρὸς πᾶν κλίμα*, regolabili, cioè, secondo l'altezza del polo. Un esemplare di questi ultimi esiste tuttora in un museo inglese. Vitruvio parla anche di orologi tascabili (*riatoria pensilia*) che sospesi a un filo, davano l'altezza del Sole e quindi l'ora. Un orologio di tal genere, avente la forma di scatola, si conserva a Roma nel museo Kircheriano ed è del tempo dell'imperatore Commodo.

Di orologi romani del III secolo av. C. ci dà notizia Plinio nell'opera sopra citata. Trent'anni dopo che il primo orologio a sole era stato apposto da Lucio Papirio Cursore sulla facciata del tempio di Quirino, Roma ebbe un secondo orologio nel Foro, in prossimità dei Rostri. Lo aveva mandato, durante la prima guerra punica, il console Valerio Messala dalla conquistata Catania. Ma non essendo costruito per la latitudine di Roma, dava indicazioni erranee. « Nec congruebant ad horas ejus lineae » dice Plinio, « parnerunt tamen eis annis undecentum » vale a dire si servirono 99 anni di un orologio cattivo (!) « donec Q. Marcins Philippus diligentius ordinatum (cioè calcolato per la latitudine di 42°) juxta posuit: idque minus inter censoria opera gratissime acceptum est ».

Può anche darsi che l'orologio catanese fosse un orologio equatoriale: in tal caso i Romani non avrebbero saputo orientarlo bene. Del resto anche un orologio imperfetto era per essi un progresso. Prima di quello di Papirio Cursore avevano dovuto contentarsi di sentire il tempo dalla bocca di un pubblico precone. Questi, quando dalla Curia vedeva il Sole fra i Rostri e la Grecoστάσι, dava il segnale del mezzodì, e quando l'ombra della colonna Menia accennava al Carcere Mamertino, gridava finito il giorno. *Sed hoc serenis tantum diebus*, soggiunge Plinio. — Dopo il III secolo av. C., estendendosi man mano la sua dominazione, Roma potè far tesoro dei lumi scientifici dei dotti che vi convenivano

dai paesi conquistati. La gnomonica se ne avvantaggiò assai, e i suoi progressi si diffusero presto da Roma a tutto il mondo. Un orologio monumentale che rimonta appunto ai primordi di tali progressi fu scoperto or sono parecchi decenni nel frontespizio della cattedrale di Palestrina (l'antica Preneste). Le sue linee orarie divergono verso l'alto ed ognuna di esse porta un gnomone a sè. Sulla linea del mezzodì è scritto **MEDIDIANVS** anzichè *meridianus*. Questa grafia testimonia la grande antichità dell'orologio, nel quale l'archeologo Marucchi crede di ravvisare un *Solarium* descritto da Varrone nel trattato: *De lingua latina*.

*
* * *

Dal medio evo fino ad un paio di secoli fa gli astronomi gareggiarono nella costruzione degli orologi a sole. Houzeau mentova, nella sua Bibliografia astronomica del 1897, ben 500 opere sulla gnomonica, la migliore e più completa fra le quali è quella del celebre gesuita Clavio (*Gnomonices, libri VIII*), edita in Roma nel 1581 e diverse volte ristampata. In essa sono descritte le più diverse specie di orologi solari e vi si danno le soluzioni geometriche di molti problemi attinenti alla gnomonica.

Non si contentarono più gli astronomi di quell'epoca (secoli xvi e xvii) di disegnare orologi in equatore oppure orizzontali o verticali, ma vollero considerare anche il caso di orologi su piani inclinati o su delle superficie curve. La *Gnomonica mechanica* del Gauppen, stampata in Augusta nel 1711, porta sul frontespizio una vignetta assai istruttiva della quale riproduciamo qui la parte essenziale (fig. 1).

Un grande prisma quadrato è diretto secondo l'asse del mondo. Nella sua faccia superiore posta nel piano equinoziale, è tracciato un orologio equatoriale con linee orarie che passano tutte per il centro e fra ognuna e le due adiacenti è compreso un angolo costante di 15° . Dai punti in cui le linee incontrano gli estremi della faccia quadrata sono condotte, sulle facce rettangolari del prisma, delle parallele agli spigoli lunghi. Supponiamo il prisma sezionato secondo un piano qualunque *ab*. La sezione sarà una losanga sui lati della quale si vedranno tutt'all'ingiro i termini delle linee longitudinali anzidette. Congiungendo ciascuno di tali punti terminali col punto diametralmente opposto, copriremo la losanga con una raggiera di rette che saranno le linee orarie della sezione *ab*, supposto sempre lo gnomone nel centro e diretto al polo. In tal modo, senza calcoli, disegnato l'orologio equatoriale, che è facilissimo, attesa

Cronometri da Marina e da Tasca

ULYSSE NARDIN

(PAUL D. NARDIN Successeur)

LE LOCLE & GINEVRA

282 Premi d'Osservatori Astronomici
Grand Prix : Paris 1889-1900 ; Milano 1906

**Specialità di cronometri a contatti elettrici
per registrare i secondi.**

Fornitore dei seguenti Istituti Scientifici Italiani :

R. Università di Palermo, Gabinetto di Geodesia — R. Osservatorio Astronomico di Torino — R. Osservatorio Astronomico di Padova — R. Osservatorio Astronomico d'Arcetri, Firenze — R. Istituto Idrografico, Genova — R. Istituto Tecnico e Nautico " PAOLO SARPI ", Venezia — R. Istituto Geografico Militare, Firenze.



Avviso ai Soci della Società Astronomica Italiana

La Direzione della *Rivista di Astronomia* ha disponibili ancora alcune copie delle annate arretrate 1907 e 1908, le quali saranno cedute ai Signori Soci della Società Astronomica Italiana, al prezzo di favore di **L. 5** per ogni annata.

Per i non soci esse sono messe in vendita a **L. 10** caduna.



W. WATSON & Fils Fabricants de Lunettes en gros et au détail

Fournisseurs de l'Australie Britannique, du Bureau de la Guerre et de plusieurs gouvernements étrangers. — Maison fondée en 1837. — 42 Médailles d'Or, etc.

313, High, Holborn, LONDON (England)

LUNETTES ASTRONOMIQUES

(Munies d'Objectifs Watson-Conrady, 3 types différents)

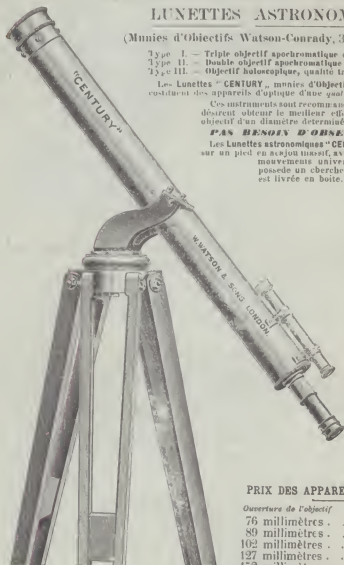
- Type I. — Triple objectif apochromatique ou photo-visuel.
Type II. — Double objectif apochromatique ou photo-visuel.
Type III. — Objectif holocronique, qualité très supérieure.

Les Lunettes "CENTURY", munies d'Objectifs Watson Type III constituent des appareils d'optique d'une qualité sans égale!!

Ces instruments sont recommandés aux amateurs qui désirent obtenir le meilleur effet possible avec un objectif d'un diamètre déterminé.

PAS BESOIN D'OBSERVATOIRE!!

Les Lunettes astronomiques "CENTURY", sont montées sur un pied en acier massif, avec berceau en cuivre mouvements universels; cette lunette, posée sur un chercheur trois oculaires et est livrée en boîte.



Lunettes astronomiques d'occasion par des fabricants bien connus, toujours prêtes à la vente. — Lunettes à prismes, avec les grands objectifs. — Toutes choses de la dernière et de la meilleure qualité.

Demandez le Catalogue n. 6 F. contenant des renseignements sur tous ces appareils et, en outre, sur les instruments plus grands et d'autres de construction plus simple.

PRIX DES APPAREILS COMPLETS

Ouverture de l'objectif	Prix
76 millimètres . . .	375 francs
89 millimètres . . .	875 francs
102 millimètres . . .	900 francs
127 millimètres . . .	1 286 francs
152 millimètres . . .	1 940 francs

Agents pour l'Italie: F. BARDELLI e C.^{ia} - Gell. Natta - TORINO

A. C. ZAMBELLI

TORINO - Corso Raffaello, 28  NAPOLI - Via Roma, 28

Costruttore di apparecchi in Vetro e in Metallo per Gabinetti Scientifici. — Specialità Voltametri Hofmann con nuovo sistema di attacco per i reofori e per gli elettrodi. — Specialità in Utensili di Vetro, resistentissimo, detto *Vitrobur*.

Rappresentante per l'Italia delle Case:

ERNST LEITZ di Wetzlar. Costruttrice di apparecchi d'ottica, microscopi, microtomi, obbiettivi fotografici ed apparecchi perfezionati per proiezioni.

SCHMIDT und HAENSCH di Berlino. Costruttori di spettroscopi, spettrofotometri, polarimetri, fotometri e apparecchi per l'insegnamento dell'Ottica.

DISPONIBILE

GUIDE DU CALCULATEUR

(Astronomie - Géodésie - Navigation)

par **J. BOCCARDI**, *Directeur de l'Observatoire Royal de Turin (Italie).*

2 volumes in-folio, se vendent séparément :

1^{ère} partie (X-78 pages). - *Règles pour les calculs en général* 4 fr.
2^{ème} " (VI-150 "). - " " " " *spéciaux* 12 .

S'adresser à l'Auteur, ou à la Librairie

A. HERMANN

PARIS - Rue de la Sorbonne, 6 - PARIS

La première partie de cet ouvrage sera très utile à tous ceux qui doivent s'occuper de calculs numériques, dans un but scientifique, commercial, etc. La deuxième est un petit traité d'astronomie pratique, contenant une foule de types de calcul pour la plupart des problèmes d'astronomie, avec une foule de conseils pratiques.

ESSAI SCHÉMATIQUE DE SÉLÉNOLOGIE

par le Doct. **FEDERICO SACCO**

Prof. de Géologie au Polytechnicum de Turin.

Cet ouvrage illustré avec d'excellentes photographies de la Lune est vendu aux membres de la *Società Astronomica Italiana* aux prix de 2 fr. au lieu de 4.

ANNUARIO ASTRONOMICO

pel 1910

PUBBLICATO DAL R. OSSERVATORIO DI TORINO

avec Additions

Prix 3 fr.

Cet Annuaire est un supplément à la *Connaissance des temps* et au *Nautical Almanac*. Il contient, entre autres choses, les positions apparentes de 246 étoiles (dont 6 circumpolaires) dont les éphémérides ne sont données par aucun autre Almanach.

'equidistanza delle linee orarie, se ne possono dedurre infiniti altri orologi anche per i piani più stranamente orientati. Si abbia per esempio, da tracciare un orologio su di un muro a scarpa, inclinato di 20° sulla verticale, e diretto da NE a SW. Prendiamo il prisma di Gauppen, dirigiamolo al polo e segghiamolo da NE a SW con la sega a 20° gradi di inclinazione, il che facilmente ci riuscirà se avremo segnato sulle facce del prisma le tracce della sezione. Congiunti in questa i punti orari diametralmente opposti, l'orologio è fatto e non resta che a copiarlo su di un foglio di carta e trasportarlo sul muro, ove sarà orientato in modo che la linea di XII ore venga a giacere in un piano verticale. Lo gnomone polare sarà indi applicato nel punto d'incontro delle linee orarie.

*
*
*



Fig. 1.

Nel secolo XVI l'industria degli orologi solari fiorì assai in tutta l'Europa civile ed esistono tuttora tanti esemplari di quell'epoca da potersene comporre un Museo internazionale di non poca importanza per la storia della scienza e dell'arte. Erano orologi di forme svariatissime e davano molte indicazioni circa il tempo, le stagioni, il calendario, ecc. ecc. Ottimi servizi prestavano ad es., il *cylindrus horarius* e l'*Horologium universale* di Sebastiano Münster, che portavano l'ago magnetico per l'orientazione. L'ago era servito a tale scopo fin dai tempi di Penebach e di Regiomontano. Curioso era il *Boccale* di Marco Purman, che indicava le ore solo quando era pieno. Ha la data del 1590 e si conserva nel Museo di Berlino. Piaceva anche avere orologi disegnati sopra le facce di un poliedro regolare, specialmente gli orologi a dado. Delle 6 facce di un cubo solo quella di base non portava orologio. Ma il più curioso fra tali gingilli è una scatola ottaedrica, fatta in Germania nel XVI secolo, su ogni faccetta della quale si vede un orologio. Aprendo il coperchio appare un incavo semisferico, anch'esso con linee orarie e piccolo gnomone, vale a dire un nono orologio. Il decimo orologio è nella faccia interna del coperchio e gli fa da gnomone la cordicella che regge il coperchio stesso quando è aperto!

Altri orologi solari ebbero forma di crocefissi, di raggere, di palle, di

specchi, ecc. ecc.: con che l'umile gnomone diventò un oggetto di lusso e fece gran figura nei salotti degli aristocratici.

*
*
*

Se facile e da tutti era il leggere l'ora in tali orologi, solo gli intendenti di astronomia potevano servirsi dei cosiddetti orologi *analemmatici*.

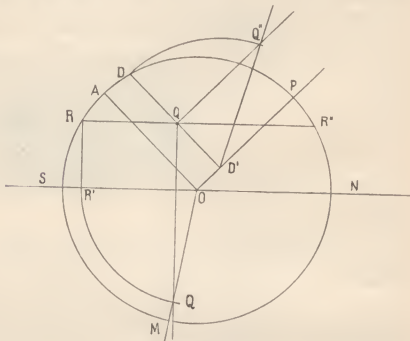


Fig. 2.

L'analemma ($\alpha\nu\acute{\alpha}\lambda\eta\mu\mu\alpha$) è una costruzione geometrica che serve a risolvere il problema: data la declinazione e l'altezza del Sole, trovarne l'azimut e l'angolo orario per un luogo di conosciuta latitudine geografica. Nei vecchi trattati di Astronomia c'era spesso un posticino per l'analemma. Ora nessuno più ne parla. Ma al lettore non dispiacerà di saperne qualche cosa.

Il circolo della fig. 2 rappresenti il meridiano: sia P il polo, OP l'asse del mondo, OA (perpendicolare ad OP) la traccia del piano dell'equatore: DD' (parallela a OA) la traccia del piano di un parallelo solare. L'arco di meridiano AD, compreso fra l'equatore e il parallelo

del Sole, è la declinazione. Il circolo minore, detto *almucantár*, luogo geometrico di tutti i punti del cielo aventi la stessa altezza del Sole, è anch'esso in un piano perpendicolare al piano del meridiano, e viene rappresentato dalla traccia RR'' parallela alla orizzontale NS . Finalmente l'arco di meridiano SR intercetto fra l'orizzonte e l'*almucantár*, rappresenta l'altezza del Sole.

Ciò posto, supponiamo di aver determinata in un modo qualsiasi, l'altezza a del Sole in un dato istante. Se tagliamo a partire da S un arco $SR = a$ e conduciamo RR'' parallelo a NS , sarà RR'' l'*almucantár* del Sole. Se per quello stesso tempo prendiamo dall'effemeride la declinazione δ del Sole, ed a partire da A tagliamo l'arco $AD = \delta$ e conduciamo la DD' parallela ad OA , sarà DD' il parallelo del Sole. Il Sole dovendosi trovare contemporaneamente nell'*almucantár* RR'' e nel parallelo DD' dovrà essere nel punto d'incontro Q di questi due circoli. Ma Q è solo la proiezione del Sole nel piano del meridiano, ed occorre anche quella sopra il piano dell'orizzonte, che evidentemente si troverà nella verticale QQ' : d'altra parte l'*almucantár* si proietta in un circolo di cui O è il centro e OR' , cioè il segmento compreso fra il centro O e il piede della perpendicolare RR' , è il raggio. Ne segue che fatto centro in O e descritto con raggio OR' l'arco $R'Q'$ fino all'incontro con la QQ' , la proiezione orizzontale del Sole sarà in Q' . Nel piano dell'orizzonte, dunque, saranno $OR'S$ e $OQ'M$ le tracce rispettive del meridiano e del verticale del Sole, e quindi l'angolo SOM sarà l'azimut del Sole stesso. Per avere, poi, l'ora, immaginiamo il piano del parallelo solare DD' ribaltato sul piano della figura. Evidentemente il Sole che si proiettava in Q , verrà a cadere in Q'' sulla QQ'' perpendicolare alla DD' e ad una distanza da D' eguale alla DD' , DD' essendo appunto il raggio del parallelo solare. Descritto quindi con centro in D' e raggio $= D'D$ l'arco di cerchio DQ'' fino all'incontro con la QQ'' , avremo in Q'' la vera posizione del Sole nel suo parallelo e quindi l'arco DQ'' ce ne darà l'angolo orario, che si ridurrà in ore e frazioni dividendolo per 15.

Premessa questa spiegazione dell'analemma, possiamo facilmente immaginare che cosa fossero gli orologi analematici. Il loro quadrante portava una figura simile alla qui disegnata, nella quale però erano tracciati diversi paralleli e diversi *almucantár*, nonchè le proiezioni di questi ultimi, concentriche a $Q'R'$, e le rette proiettanti come QQ' . Nel centro del disco era un gnomone perpendicolare, e lungo uno dei raggi del disco era la graduazione delle altezze solari calcolate dalla lunghezza dell'ombra dello gnomone. Più profondamente incise delle precedenti

apparivano le linee orarie, e il lembo del disco portava tutt'all'ingiro una graduazione per la misura dell'azimut del Sole.

L'orologio era così adoperato. Collocatolo orizzontale, ed in modo che l'ombra dello gnomone cadesse lungo quel raggio del disco su cui si trovava la graduazione delle altezze, si leggeva l'altezza del Sole. Seelta allora la RR'' rispondente a tale altezza, e la DD' rispondente alla congnita declinazione, in un colpo d'ocelcio si individuava il punto Q' e quindi l'azimut sul lembo graduato, dopo di che si girava il disco, rimasto orizzontale, in modo che l'ombra dello gnomone venisse direttamente a indicare sul lembo il determinato azimut del Sole. L'orologio era, così, orientato, e la linea oraria su cui cadeva l'estremo dell'ombra, dava l'ora.

Per non ingombrare di troppe linee il disco vi si seguavano non più di due o tre almucantár, p. e., 15° , 30° , 45° e si aspettava ad orientare l'orologio che il Sole raggiungesse appunto una di tali altezze. L'azimut poteva così essere determinato anticipatamente e l'orientamento del disco si faceva più presto. Facilitava anche di più l'orientamento l'avere la graduazione delle altezze sopra un'alidada concentrica al disco, anzichè sul disco stesso. Supponiamo, p. e., che si fosse letto nell'analemma che in quel giorno in cui volevasi montare l'orologio, l'altezza di 15° accadeva nell'azimut di 90° . Bastava, con piccoli movimenti dell'alidada e del disco far sì che quando l'ombra del Sole seguava 15° nell'alidada, questa segnasse 90° nel lembo del disco. L'orologio fissato per tal modo nel suo giusto azimut mediante una vite, funzionava indi appresso come un orologio ordinario.

Si vede che lo scopo principale dell'analemma era di poter orientare l'orologio senza il soccorso dell'ago calamitato. Ma gli orologi analematici di maggior formato permettevano, mediante una serie di archi come il DQ'' della nostra figura, di leggere direttamente l'ora senza bisogno di orientare il disco e solo bastando che esso fosse rigorosamente livellato.

*
* *

Il perfezionarsi degli strumenti astronomici ha fatto perdere agli orologi solari gran parte della loro importanza. I segnali del mezzogiorno, gli orologi elettrici, il telegrafo, il telefono, ecc., mettono oggi il pubblico in diretta comunicazione con le speeole e gli fan conoscere l'ora troppo esattamente perchè esso possa sentir mai il bisogno dello gnomone. Ma il troppo comodo non ridonda a vantaggio della pubblica cul-

tura. Molti, anche delle classi più civili, ignorano oggi come veramente si determini l'ora e regolando i propri orologi da tasca sugli orologi pubblici o col cannone del mezzogiorno non sanno di far altro se non uniformarsi ad una prosaica convenzione! Perciò erano forse più intellettuali di noi i nostri padri che leggevano l'ora nell'ombra del Sole, e, avvertendo le variazioni di questa da un giorno all'altro, riuscivano, anche senza lo studio dell'astronomia, a formarsi un concetto esatto del più importante dei fenomeni astronomici: il moto apparente del Sole. E se nei giorni senza Sole il motto scolpito sulla pietra oraria ricordava al passeggero:

Horas non numero nisi serenas,

non dobbiamo in ciò crederci privilegiati sopra i nostri padri. Anche oggi passano settimane intere e talora mesi senza che l'astronomo abbia modo di verificare con l'osservazione dei passaggi lo stato dell'orologio meccanico.

Il motto or ora riferito è uno dei tanti che si leggono su per gli antichi orologi: motti ai quali raramente manca un senso profondo, rivestito di alta poesia. Ve n'ha di quelli, ad es., che ci rammentano la fugacità della vita:

*Ille reditque viam constans quam auspici umbra;
Umbra fugax homines non reditura sumus.*

Altri ci esortano a non dissipare il tesoro del tempo:

*Volat irreparabile tempus — Volat irrevocabilis hora
Vulnerant omnes, ultima necat! Tempus breve est.*

Questo ha un monito solenne:

*Nec falsus, nec fallens. — Soi me, vos umbra regit
Leges facit et servat. — Solis et umbræ concordia.*

Taluni motti alludono all'aspirazione del cristiano:

*Coeli refert imaginem — Coelestium index
Superni luminis ductu — Solis fulget aspectu.*

Ma quello che ricorre di solito è il pensiero dell'ultima ora:

*Ab ultima cave! Suprema metitur! Unam time!
Utere praesenti, memor ultimae! Ora ne te rapiat hora!*

In qualche orologio ritrovammo il melodico esametro di Virgilio:

Sed fugit interea, fugit irreparabile tempus:



Il prof. Müller chiude i suoi rapidi cenni storici col ricordare una disputa che ebbe luogo fra dotti intorno al preteso orologio di Achaz, di cui parla la Bibbia nel 4° libro dei Re. Ecco il passo, nella traduzione del Martini:

« Or Ezechia aveva detto ad Isaia: Quale sarà il segno della sanità che darannmi il Signore?... Ed Isaia gli disse: Ecco il segno.... Vuoi « tu che l'ombra salga per dieci linee, ovvero torni indietro per altrettanti gradi? Ed Ezechia disse: È cosa facile che l'ombra salga dieci « linee, nè questo voglio io che si faccia, ma che torni indietro dieci « gradi. Ed Isaia profeta invocò il Signore e fece di linea in linea tornare indietro l'ombra per i dieci gradi che ella aveva già scorsi nell'« *Orologio di Achaz* ».

La parola *orologio* è della Vulgata: « et rediit umbram per lineas quibus iam descenderat in *horologio* Achaz retrorsum decem gradibus » mentre il testo originale parla semplicemente di *gradini* che potevano ben essere quelli di una scala sui quali un edifizio vicino proiettava la sua ombra. Che questi gradini e quest'ombra costituissero in qualche modo un grossolano orologio a sole, è cosa naturalissima, nè è incredibile che con la costruzione in parola, qualunque essa sia stata, il Re Achaz, padre di Ezechia, abbia voluto procurarsi un mezzo di stimare il tempo. Perciò la parola *Horologium* introdotta per brevità di locuzione, dal traduttore della Vulgata, è perfettamente giustificabile, senza che diventi per questo lecito allo storico dell'astronomia l'annoverare l'orologio del Re Achaz fra gli antichi esemplari della Giuonica.

V. CERULLI.

L'eclisse totale di Luna del 27 novembre 1909

L'eclisse del 27 novembre ultimo scorso non poteva certo paragonarsi a quella del 3 di giugno per la posizione favorevole della Luna e per l'ora comoda in cui avvenne il fenomeno; però, mentre il cielo nuvoloso impedì quasi del tutto l'osservazione della prima eclisse totale di Luna di quest'anno, un cielo sereno limpidissimo favorì la visibilità della seconda.

Il primo contatto, o principio dell'eclisse, era stato predetto per le 2^h 55^m di tempo medio civile di Cordoba, e alle 3^h 10^m trovai infatti la Luna già un poco oscurata al NE dall'ombra terrestre. La parte eclissata mi parve grigia, ma più luminosa del fondo del cielo, che già inco-

minciava a rischiararsi per l'albeggiare, e splendente come per luce cinerea. Il bordo essendo maggiormente illuminato, spiccava invece ben distinto attraverso all'ombra.

Solo quando la metà del disco lunare fu coperta, la parte eclissata cominciò a prendere il colore caratteristico rosso mattone oscuro, mentre la falce ancor luminosa diveniva sempre più gialla e tendente al ranciato. I dettagli generali della Luna si vedevano allora facilmente con un binocolo attraverso all'ombra. Intanto all'approssimarsi della fase massima il bordo lunare, che era apparso chiaro fino allora, cominciò a divenir più oscuro al NE e a distinguersi con difficoltà sempre maggiore. Alle 3^h 58^m circa l'eclisse era totale.

A partire da questo momento, mentre a SW il disco restava ancor visibile e di color rossastro, al NE diminuiva sempre di splendore e volgeva di nuovo al grigio. Alle 4^h 10^m, col Cinto di Orione, che brillava a ponente, la Luna era ridotta ad una falce come 5 giorni dopo il novilunio, essendo rimasta solo l'ultima parte eclissata del disco, mentre la prima, gradatamente sfumando, si perdeva nel fondo sempre più chiaro del cielo.

E avvicinandosi l'ora del sorgere del Sole, anche questa falce lunare perdeva a poco a poco la sua tinta rossastra, e, tornata quasi del tutto grigia, si scorgeva solo con qualche difficoltà vicina all'orizzonte quando cessai di osservare.

Erano le 4^h 15^m e verso le 4^h 20^m sorgerà il Sole.

Buenos-Aires, 29 novembre 1909.

NELLO VENTURI GINORI.

LA NEBULEUSE SPIRALE M 51 CANUM VENATICORUM

But du travail. — A la page 109 de son volume II de *Photographs of Stars, Star-Clusters and Nebulae*, ISAAC ROBERTS donne un tableau des résultats des mesures micrométriques faites par lui, en angles de position et distances, de 82 points singuliers de Messier 51 Canum Venaticorum, cette nébuleuse remarquable qui fut de la part d'ISAAC ROBERTS, de ses contemporains et de leurs prédécesseurs l'objet d'études qui s'étendent sur près d'un siècle et demi (1).

(1) Voir la Notice historique: *La Constellation des Chiens de Chasse et sa grande nébuleuse*, conférence faite à la Société Astronomique de France, le 2 juin 1909, par Dorothea Roberts-Klumpke.

ISAAC ROBERTS accompagne le tableau en question d'un diagramme de ses mesures, d'une reproduction agrandie du cliché étudié qui fut pris à Starfield avec le réflecteur de 50 cm. d'ouverture, le 15 avril 1898 (voir planche 15, image agrandie 6.8 diamètres et pl. 16, vol. II); d'un résumé succinct des travaux de ses devanciers (pages 107 et 108) et d'un tableau comparatif de quelques points singuliers (pag. 25), au nombre de 14, qui sont compris dans sa liste et dont les angles de position et les distances, par rapport au centre de la nébuleuse, furent mesurés, de 1872 à 1874, à Birr Castle (Observatoire de Lord Rosse), avec le micromètre du grand réflecteur de 1^m.80 d'ouverture, par le Dr. Ralph Copeland.

Des remarques générales et des considérations sur l'évolution des nébuleuses sont exposées par le Dr. ISAAC ROBERTS aux pages 24-27 et 177-178 de son volume II.

Au volume I de ce même ouvrage, il donne une reproduction (agrandissement 13.6) du premier cliché de M 51 obtenu par lui le 29 avril 1889, une description de cette nébuleuse, des indications bibliographiques et des considérations cosmogoniques sur les nébuleuses en général (voir pl. 30 et pag. 85, 86, 133 et 134, *A Selection of Photographs of Stars, Star-Clusters and Nebulae*).

Dès l'année 1849, l'année qui suivit la découverte, faite par Lord Rosse, de la forme spirale de la nébuleuse M 51, les observateurs de Birr Castle firent des mesures micrométriques des étoiles à l'intérieur de cette nébuleuse, séries qu'ils continuèrent jusqu'en 1851; mais, comme le remarqua Lord Rosse (1), ces premières mesures ne purent être ramenées aux mesures plus récentes, faute d'une constante instrumentale dépendant de l'heure de l'observation, qui ne fut pas notée lors des mesures de 1849.

Les 14 points singuliers de M 51, communs au Dr. Copeland et au Dr. Roberts sont les suivants: N (n), 2 (15), 4 (33), 5 (42), 6 (48), 7 (54), 8 (57), 9 (59), 10 (56), 11 (67), 13 (68), 14 (73), 15 (75), 17 (58), où les nombres entre parenthèses sont ceux employés par ISAAC ROBERTS dans son diagramme (pl. 16, vol. II), et par nous dans le dessin fait d'après nos mesures et à l'aide du cliché I. R. 2908; les nombres en avant des parenthèses sont ceux du diagramme du Dr. Co-

(1) *Scientific Transactions of the Royal Dublin Society*, vol. 2, ser. II, 1880. *Observations of Nebulae & Clusters of Stars made with the six-foot and three-foot reflectors at Birr Castle 1848-1878*.

peland, fig. 1, extraite des *Scientific Transactions*, Mémoire cité plus haut, pag. 130 du tirage à part (1).

Ces 14 points singuliers furent classés par ISAAC ROBERTS comme il suit (pag. 26, vol. II, I. R.) :

2 (15), 4 (33), 6 (48), 13 (68), 14 (73), 15 (75) sont des étoiles situées à l'extérieur de la nébuleuse.

5 (42), 7 (54), 8 (57), 17 (58), 9 (59), 11 (67) sont des points singuliers d'aspect stellaire, situés entre les spires de la nébuleuse.

N (n), le noyau de la nébuleuse secondaire, H I 186, et le point 10 (56) sont immergés dans la matière nébuleuse.

Les valeurs d'angles des tableaux des pages 25 et 107 (vol. II) doivent être diminuées de la quantité constante $1^{\circ}.19'$, ainsi que l'indique la liste des errata-corrigés donnée par le Dr. Isaac Roberts. En tenant compte de cette correction, les écarts entre les mesures de 1872 et de 1898 s'élèvent, pour les points singuliers N (n) et 10 (56), respectivement à $0^{\circ}.31$ et $0^{\circ}.7$ et à $0^{\circ}.20$ et $6^{\circ}.3$. L'écart le plus élevé entre les mesures visuelles et les mesures faites sur le cliché photographique M 51, 1898, a lieu pour l'étoile 2 (15), la différence en angle étant $2^{\circ}.25$ et celle en distance $8^{\circ}.5$.

Ces différences sont-elles réelles ?

Pour répondre à la question, Isaac Roberts reprit les mesures de la nébuleuse M 51 en étudiant ses clichés à longues poses, savoir :

Clichés I. R. 2221	Dates : 29 avril 1889	Pose : 4^h
» 2220	» 15 mai 1896	» $2^h 25^m$
» 2822	» 15 avril 1898	» $1^h 30^m$
» 2908	» 19 avril 1900	» 1^h
» 3076	» 3 avril 1902	» 1^h

(1) La figure 2 est extraite des *Memoirs of the Royal Astronomical Society*, vol. 36, pl. VI; elle est due à William Lassell F. R. S., qui observa la nébuleuse M 51 en juin et en juillet 1862 à l'île de Malte avec un réflecteur de 4 pieds ($1^m.20$) d'ouverture. A la page 47 se trouvent les positions des étoiles b, c, d, e, f, pour le 27 juin 1862, les autres objets ont été insérés par estimation.

b (I. R. n)	A. Position 1862	$17^{\circ}.6$	Distance	$274^{\circ}.2$
c (I. R. 33)	»	110.4	»	246.6
d (I. R. 59)	»	232.0	»	91.5
e (I. R. 75)	»	309.8	»	191.0
f (—)	»	293.3	»	428.4

obtenus, le premier, à Maghull, Liverpool, les quatre autres à Starfield, Crowborough, où nous eûmes la joie de travailler à ses côtés (1).

Le cliché I. R. 2822 a été reproduit ici, voir planche I.

Les mesures des points singuliers de la nébuleuse, ainsi que celles des étoiles fondamentales, furent faites d'abord par la méthode d'angle de position et de distance, en rapportant les divers objets au centre de la nébuleuse et à un axe passant par ce centre et une étoile fondamentale, l'étoile *a*, planche I. Pour faciliter les mesures, le noyau stellaire de la nébuleuse fut perforé sur les clichés de 1889, 1896, 1898 et 1900, suivant le procédé décrit par le Dr. ISAAC ROBERTS aux pages 17 et 18 du vol. II de ses *Photographs of Stars, Star-Clusters & Nebulae*.

Les mesures furent faites au macromicromètre ISAAC ROBERTS, appelé aussi « Stellar Pantograver », parce que cet instrument, imaginé par ISAAC ROBERTS, permet, à l'aide d'un dispositif spécial, de graver sur une plaque de cuivre les images qui se trouvent sur le cliché; il permet, en outre, de mesurer les angles de position et les distances par rapport à un point quelconque du cliché que l'on fait coïncider avec le centre du cercle gradué (2).

Deux vis micrométriques à angle droit et dont les têtes sont divisées en 100 parties (1 division = $0''.204$) peuvent se déplacer chacune sur un parcours de 10 tours, et donnent les coordonnées rectangulaires. Deux autres vis, également à angle droit, dont les têtes sont également divisées en 100 parties (1 div. = $0''.207$) entraînent les deux plateaux d'un chariot et permettent de parcourir toute l'étendue du cliché, soit dans la direction du rayon, soit suivant deux axes de coordonnées rectangulaires. Les dimensions des clichés sont de 103 mm. sur 103 mm. et,

(2) Aux clichés 2220 et 3076, obtenus avec le réflecteur de 50 cm., correspondent respectivement les clichés 2222 et 1424, obtenus simultanément avec un triplet de Cooke de cm. 12.5, monté sur le même axe que le réflecteur.

D'autres clichés de M 51, correspondants à des poses moins longues, se trouvent dans la collection ISAAC ROBERTS, savoir :

Les clichés de 30 minutes de pose : I. R. 2820, mai 4 1897 ; I. R. 5078, mai 5 1902 ; I. R. 3079, mai 25 1902 ; I. R. 3081, mai 26 1902.

Les clichés de 15 minutes de pose, savoir : I. R. 2821, avril 12 1898 ; I. R. 2909, avril 23 1900 ; I. R. 3077, 3080 et 3082, des 5, 25 et 26 mai 1902 ; I. R. 3085 et 3087, des 3 et 5 juin 1904.

Deux clichés de 10 minutes de pose : I. R. 3084 et 3086, des 3 et 5 juin 1904.

Un cliché de 5 minutes de pose : I. R. 3083, du 3 juin 1904.

(1) Pour la description du « Stellar Pantograver » voir la communication que fit ISAAC ROBERTS en novembre 1888 à la « Royal Astronomical Society », *Monthly Notices*, vol. 49, pages 5 à 13, et la traduction de cette Note au *Bulletin de la Carte du Ciel*, tome I, 1892, pages 151 à 163.

dans le cas du réflecteur (ouverture 50 cm., distance focale 2^m.50) ils convrent dans le ciel une étendue de 2°.15' sur 2°.15'.

Etoiles fondamentales. — Quatre étoiles principales, *a*, *g*, *f*, *c*, planche I, furent choisies comme étoiles de comparaison dans l'étude de la nébuleuse M 51, savoir: les étoiles:

<i>a</i>	grand. 6.8	B. D. 2122	Zone 48° 2000	Groombridge 10	Y. Cat. 3481
<i>g</i>	> 7.8	> 2127	> 48° 2011	>	3496
<i>f</i>	> 7.2	> 2066	> 47° 2009	>	3493
<i>c</i>	> 8.7	> 2060	> 47°		

Ces étoiles se trouvent aussi sur les clichés astrographiques de l'Observatoire de Catane, et, sur la demande du Dr. Cerulli, les positions de ces étoiles ont été déterminées, avec un soin tout particulier, par le professeur Bemporad de l'Observatoire de Catane.

Sur les clichés I. R. à longues poses, ces étoiles ont été rapportées au centre perforé de la nébuleuse par des mesures d'angle et de distance: les distances ont été effectuées par nous à l'aide d'une des vis micrométriques à petit parcours, aussi les opérations ont été longues et pénibles: il nous a fallu procéder par raccordement. Les mesures de distance faites par le Dr. ISAAC ROBERTS et inscrites au tableau de la page 109 ont été faites avec la vis G à long parcours, qui a l'avantage sur les petites vis dans le cas des grandes distances.

Définition des images. — Sur le cliché I. R. de 1889, pose 4^h, les images des étoiles ont la forme de lunules, difficiles à pointer.

Sur le cliché de 1896, pose 2^h 25^m, elles sont elliptiques.

Sur le cliché de 1898, pose 1^h 30^m, elles sont rondes.

Sur le cliché de 1900, pose 1^h, elles sont rondes, mais les images plus brillantes présentent un noyau accompagné d'une pénombre dirigée vers l'extérieur.

Sur le cliché de 1902, pose 1^h, les images sont circulaires.

Quant aux points singuliers, situés dans les spires ou entre celles-ci, ils présentent au microscope, la forme de noyaux irréguliers entourés de nébulosité, d'intensité inégale, dont les bords sont flous et irréguliers; ou bien l'aspect de petites masses nébuleuses sans condensation, d'intensité lumineuse inégale et de forme irrégulière. Les mesures de ces objets étaient difficiles, et ce qui était plus difficile encore, c'était l'identification. Le même point physique d'un point singulier déterminé a-t-il été mesuré sur les cinq clichés étudiés?

Réduction des mesures. — La méthode de réduction employée est celle du doct. Cerulli, auquel l'Astronomie doit, entre autres, l'important Mémoire intitulé: *Proposta di un Catalogo stellare interamente fondato sulla fotografia*, publié dans les *Annales* de la « Società degli Spettroscopisti italiani », vol. XXXVI, 1907. Des trois méthodes de réduction que le Dr. Cerulli a eu la bonté de nous exposer, celle qui suit est la plus rapide; elle a, en outre, l'avantage, pour le calcul des étoiles fondamentales, de ne s'appuyer que sur les mesures de distance.

Exposé de la méthode de réduction. — Soient S_1, S_2, S_3, S_4 les quatre étoiles fondamentales dont les distances $tg s$ ont été mesurées par rapport au centre perforé de la nébuleuse;

les coordonnées du point de perforation sont: $\alpha_0 + d\alpha_0, \delta_0 + d\delta_0$;

les coordonnées provisoires de la nébuleuse sont: α_0, δ_0 .

Pour déterminer $d\alpha_0, d\delta_0$, il faut voir quelle est l'influence exercée sur l'une quelconque des distances par une variation $d\alpha_0, d\delta_0$ au centre.

Le triangle polaire PS_0S_n , formé par le pôle, le point de perforation S_0 et une étoile fondamentale quelconque S_n donne la relation différentielle suivante:

$$1) \quad ds = -\sin p. \cos \delta_0 d\alpha_0 - \cos p. d\delta_0$$

Or on a:

$$2) \quad d tg s = \frac{ds}{\cos^2 s}$$

où p et $tg s$ sont les coordonnées polaires dans le plan du cliché.

Par substitution, il vient:

$$d tg s = -\frac{\sin p}{\cos^2 s} \cos \delta_0 d\alpha_0 - \frac{\cos p}{\cos^2 s} d\delta_0$$

et en posant:

$$3) \quad \frac{\sin p}{\cos^2 s} = A \quad \frac{\cos p}{\cos^2 s} = D$$

on a:

$$4) \quad d tg s = - \left[A. \cos \delta_0 d\alpha_0 + D d\delta_0 \right]$$

Soit maintenant ($tg s$) la valeur de la distance $tg s$ calculée dans l'hypothèse que le centre ait pour coordonnées : α_0, δ_0 .

Soit $tg s$ la valeur de la distance mesurée sur le cliché par rapport au point de perforation de coordonnées : $\alpha_0 + d\alpha_0, \delta_0 + d\delta_0$.

On passe de la valeur mesurée $tg s$ à la valeur calculée ($tg s$) en imprimant au centre un petit déplacement $d\alpha_0, d\delta_0$ et en multipliant $tg s$ par un facteur $(1 + \lambda)$ très voisin de l'unité. Ce facteur sert en même temps à tenir compte empiriquement de l'effet de l'aberration et de la réfraction sur les distances.

On a donc l'équation :

$$(1 + \lambda) tg s = (tg s) - \left[A \cos \delta_0 d\alpha_0 + D d\delta_0 \right]$$

qui peut s'écrire :

$$5) \quad \lambda tg s + A \cos \delta_0 d\alpha_0 + D d\delta_0 = (tg s) - tg s$$

Chacune des étoiles fondamentales fournira une équation de condition de la forme 5).

Les coordonnées rectangulaires vraies pour 1900.0, X Y sont données par les formules :

$$\begin{aligned} tg \Delta &= tg \delta \cdot \sec(\alpha - \alpha_0) \\ 6) \quad X &= (tg s) \sin p = \cos \Delta \sec(\Delta - \delta_0) tg(\alpha - \alpha_0) \\ Y &= (tg s) \cos p = tg(\Delta - \delta_0) \quad (1) \end{aligned}$$

A la première de ces équations, le Dr. Cerulli substitue une forme approchée et le système devient :

$$\begin{aligned} \Delta &= \delta + \sin 2\delta tg^2 \frac{\alpha - \alpha_0}{2} \\ 7) \quad X &= (tg s) \cdot \sin p = \cos \Delta \sec(\Delta - \delta_0) tg(\alpha - \alpha_0) \\ Y &= (tg s) \cos p = tg(\Delta - \delta_0) \end{aligned}$$

système qui permet de déterminer, à l'aide des coordonnées sphériques des étoiles fondamentales, les valeurs X et Y ou les valeurs p et $tg s$ calculées. On calculera ensuite les valeurs A et D, correspondants à chacune des étoiles fondamentales et pour chacun des clichés étudiés, et on formera les différences : $(tg s) - tg s$.

(1) Voir le Mémoire du Dr. CERULLI, pag. 18 et 29: *Proposta di un Catalogo stellare interamente fondato sulla fotografia*. Voir aussi le Mémoire, de date plus récente, du Dr. ADOLF HINATEK A. N. 4329: *Tafeln zur Bestimmung von α und δ aus den Standard-Koordinaten des Kataloges zur photographischen Himmelskarte*.

Ces valeurs substituées dans les équations 5) fourniront pour chaque cliché un système de 4 équations de condition que l'on résoudra par la méthode des moindres carrés et qui donnera les valeurs des inconnues: λ , $d\alpha_0$, $d\delta_0$.

On trouvera plus loin le tableau des valeurs de ces inconnues correspondantes aux 5 clichés I. R. de 1889, 1896, 1898, 1900 et de 1902.

Avec les nouvelles valeurs, $\alpha_0 + d\alpha_0$, $\delta_0 + d\delta_0$, du centre, on calculera les angles de position correspondants à chacune des étoiles de comparaison employées, S_1 , S_2 , S_3 , S_4 .

Par la comparaison des valeurs mesurées p et des valeurs calculées P , on déduira pour chaque cliché la valeur de la constante:

$$k = p + P$$

angle dont il faut faire tourner l'axe (la droite allant du point de perforation à l'étoile fondamentale S) pour rendre celui perpendiculaire à la direction du mouvement diurne; les coordonnées théoriques pour 1900.0 d'un point quelconque de la nébuleuse dont on aura mesuré les coordonnées polaires: p et $tg s$ seront exprimées par les formules:

$$8) \quad \begin{cases} X = (1 + \lambda) tg s \sin (p + K) \\ Y = (1 + \lambda) tg s \cos (p + K) \end{cases}$$

Des coordonnées linéaires, on passera aux coordonnées sphériques à l'aide des relations 7), auxquelles le Dr. Cerulli substitue les formules approchées, parfaitement légitimes, vu la faible extension sphérique du cliché:

$$9) \quad \begin{aligned} \alpha - \alpha_0 &= \frac{X}{15 \cos \delta_0} (1 + Y tg \delta_0) \\ \delta - \delta_0 &= Y - \frac{1}{2} tg \delta_0 \cdot X^2 \end{aligned}$$

On transformera ces équations pour les rendre calculables par logarithmes.

Tableau I. — *Coordonnées du centre (1).*

Tableau II. — *Expressions générales des coordonnées pour les cinq clichés étudiés.*

(1) Tutte queste Tabelle verranno pubblicate nel prossimo numero della « Rivista ». (La Redazione).

Tableau III. — *Représentation des étoiles fondamentales calculée à l'aide des formules générales.*

La première colonne de ce tableau contient les numéros des clichés ISAAC ROBERTS mesurés à Starfield. Le cliché 2908 a été remesuré plus tard à By-Thomery.

Les colonnes 2 et 3 contiennent les valeurs des angles de position et des distance des étoiles fondamentales par rapport au centre perforé de M 51 et l'axe passant par le point de perforation et l'étoile fondamentale α .

Les colonnes 4 et 7 contiennent les coordonnées sphériques des étoiles fondamentales, calculées à l'aide des expressions générales des coordonnées du tableau II.

Les colonnes 6 et 9 donnent les différences entre les valeurs des coordonnées des étoiles fondamentales mesurées à Catane et les valeurs calculées par nous d'après les formules (9) avec les coordonnées polaires mesurées à Starfield et à By-Thomery.

Bien que cette représentation laisse encore à désirer, nous avons continué notre travail et calculé, à l'aide des éléments obtenus, les $\Delta\alpha$ et les $\Delta\delta$ de tous les points singuliers mesurés sur les cinq clichés de M 51.

Tableau IV. — Le tableau IV donne les résultats de nos mesures et la comparaison de nos valeurs avec celles obtenues par le Dr. ISAAC ROBERTS pour le cliché de 1898, dont les mesures sont données à la page 109, vol. II de ses *Photographs of Stars, Star-Clusters and Nebulae*.

La colonne 2 contient les numéros des points singuliers étudiés, étoiles ou condensations de matière nébuleuse.

Les colonnes 3 et 4 sont les angles de position et les distances du tableau du Dr. Isaac Roberts, p. 109 de son volume; mais à ces valeurs il a été appliqué deux corrections: la correction de $-1^{\circ}19'$ donnée par ISAAC ROBERTS dans la liste de ses errata, et la correction $-7'88$ pour ramener le système des valeurs obtenues par ISAAC ROBERTS au système des valeurs obtenues par nous dans l'étude de ce même cliché. Le tableau de la page 109 ne donne pas les positions des étoiles fondamentales. Il y a lieu de signaler ici trois autres corrections à faire au tableau de la page 109:

Les valeurs des coordonnées des points singuliers 6 et 7 ont été interverties dans le tableau de la page 109.

La distance du point singulier 17 est $514''$ et non $314''$, comme elle a été imprimée par erreur.

Les valeurs des coordonnées des points singuliers 67 et 68 ont été interverties dans le tableau p. 109; elles ont été bien mises en regard de ces points dans le tableau de la page 25.

Les colonnes 5 et 6 contiennent les Δx et Δz correspondants aux angles de position et distances mesurés des colonnes 3 et 4, mais ramenées à 1900.0; ils ont été calculés à l'aide des formules (9), la valeur de la distance k adoptée étant la moyenne des valeurs des constantes k qui correspondent aux cinq clichés.

Les colonnes 7 et 8 contiennent les moyennes des valeurs trouvées pour les divers points singuliers dans l'étude des clichés I. R. de M 51 pour 1889, 1896, 1898, 1900 et 1902.

Les colonnes 9 et 10 contiennent les mesures des diamètres des points singuliers mesurés dans la direction du rayon, vis d , et dans la direction perpendiculaire au rayon, vis a .

La colonne 11 donne l'intensité lumineuse des objets, estimée d'après une échelle d'intensités photographiques construite par ISAAC ROBERTS; elle est formée par 25 petits carrés dont les éclats varient, par degrés, presque insensibles, de l'éclat 1 qui est très dense, jusqu'à l'éclat 25 qui est à la limite de la visibilité; la couche de gélatine du carré 25 est presque transparente.

Les deux facteurs, diamètres des objets et intensité lumineuse ou densité de la couche sensible aux points considérés doivent intervenir dans la détermination des grandeurs photographiques.

Les colonnes 12 et 13 donnent les écarts en Δx et Δz entre les valeurs moyennes et les valeurs individuelles obtenues par ISAAC ROBERTS pour les points singuliers de M 51, cliché 1898.

L'inspection des deux colonnes R_m -R montre que, dans le cas des Δx positifs, le nombre des signes + se contrebalance avec le nombre des signes —; tandis que pour les Δx négatifs, les valeurs R_m sont trop fortes en valeur absolue, ou les valeurs R trop petites, ce qui revient à dire que le point de perforation du noyan sur le cliché I. R. 1898 serait un peu trop à l'Ouest.

Pour les Δz positifs, il y a prédominance du signe + dans les différences R_m -R, c'est-à-dire les valeurs positives des Δz sont trop fortes dans le cas de R_m ou trop faibles pour R.

Pour les Δz négatifs, il y a prédominance du signe +, ce qui revient à dire que les valeurs de Δz sont trop faibles en valeur absolue pour R_m , ou trop fortes pour R, le point de perforation sur le cliché I. R. 1898 serait un peu trop au Sud.

Avec une représentation meilleure des étoiles fondamentales, il est probable que les écarts $R_m - R$ diminuent pour les Δx et les Δz , ces écarts présentent un caractère systématique.

La représentation peu satisfaisante encore des étoiles fondamentales tient au procédé même des mesures qui étaient longue et pénible, en ce qui concernait les distances, et très difficile en ce qui concernait les angles. La définition des images a contribué aussi à rendre les mesures plus difficiles.

Nous nous proposons de reprendre l'étude des clichés de M 51 en mesurant, à l'aide des deux vis de précision à long parcours, les coordonnées rectangulaires des étoiles fondamentales et des points singuliers de la Nébuleuse.

Quand nous serons en possession de ces nouveaux éléments, nous pourrons tirer parti des autres mesures rectangulaires que nous fîmes à Starfield, guidées par le Dr. ISAAC ROBERTS, qui lui-même se rendit compte de la supériorité des mesures cartésiennes sur les mesures polaires.

Les trois dernières colonnes du tableau IV se rapportent aux objets mesurés par le Dr. Copeland à l'Observatoire de Lord Rosse; les valeurs d'angle de position et de distance du tableau corrigé donné par ISAAC ROBERTS à la page 25 de son vol. II, ont été converties en Δx et en Δz ; ce sont les différences de ces valeurs qui ont été inscrites au Tableau IV dans les colonnes: Δx et Δz .

La première colonne du Tableau IV contient les lettres A B C D et l'astérisque *, qui se rapportent aux différentes spires constituant la nébuleuse M 51 et dont voici une description accompagnée d'un dessin (planche II).

(A suivre).

NOTIZIE ASTRONOMICHE

. **La cometa di Halley. — Nel numero di novembre dell'annata scorsa della *Rivista* abbiamo già ricordato come questa cometa, così importante dal lato astronomico se non forse tanto dal lato della spettacolosità, venisse scoperta in questo suo ritorno dal prof. Max Wolf, che per il primo ne riconobbe l'immagine sopra una fotografia presa ad Heidelberg il 12 settembre, alle 2 del mattino. La cometa era allora di 16^a grandezza, per modo che non la si poteva osservare direttamente neppure coi più grandi telescopi: solo quattro giorni più tardi, il 15 settembre, Burnham la poteva scorgere al grande equatoriale di 1 metro di diametro dell'Osservatorio Yerkes, giudicandola di grandezza 15,5.

Il suo splendore andò in seguito aumentando gradatamente ed anzi più rapidamente di quanto non fosse stato previsto dal calcolo, così che ben presto la si poté vedere anche negli strumenti di medie dimensioni. Il 14 dicembre essa venne giudicata di 9^a grandezza dal sig. Quénnisset all'Osservatorio di Juvisy. L'astro si presentava allora come una piccola nebulosità rotonda e alquanto brillante, al cui centro si scorgeva nettamente un piccolissimo nucleo più lucente. Nel cercatore (di 5 cm. di diametro) dell'equatoriale di quell'Osservatorio la cometa era allora giusta al limite di visibilità.

Per facilitarne la ricerca diamo qui un'effemeride approssimata fino a tutto febbraio, riservandoci di pubblicare nel prossimo fascicolo della *Rivista* una cartina che ne renda anche più spiccia la ricerca e dia nel tempo stesso un'idea del cammino che la cometa percorrerà.

Data	Ascensione retta		Declinazione	Distanza dal sole (in milioni di km.)	Distanza dalla terra (in milioni di km.)
	h	m	°		
Gennaio 15	1	36	+ 9 35	274	228
20	1	25	+ 9 9		236
25	1	15	+ 8 45	254	244
30	1	6	+ 8 27		252
Febbraio 4	0	59	+ 8 14	230	260
9	0	53	+ 8 4		266
14	0	47	+ 7 58	208	272
19	0	43	+ 7 55		277
24	0	38	+ 7 54	185	280
Marzo 1	0	34	+ 7 55		282

Per quanto è a nostra conoscenza, lo spettro della cometa è stato fotografato per la prima volta il 22 ottobre all'Osservatorio Lick (monte Hamilton, California) dal sig. Wright, per mezzo di uno spettrografo fissato sul grande riflettore di Crossley e con una posa di due ore. L'immagine è debole e, tra λ 3750 e 5000, mostra uno spettro continuo, senza traccia alcuna di raggi o linee più brillanti. D'altronde allora era ancora troppo presto perchè si potessero ricercare le eventuali linee nere d'assorbimento.

Naturalmente queste osservazioni continuano senza posa, come alacremenente procedono le osservazioni dirette e fotografiche. Fino dal 21 novembre, con una posa di soli 30 minuti, un dilettante inglese, F. W. Longbottom, è riuscito ad ottenere una buona fotografia della cometa servendosi semplicemente di un obiettivo Dallmeyer da ritratti, di 3 pollici, e di lastre Ilford. Come dunque si vede, la fotografia della cometa è già da tempo entrata pure nel dominio di quelli che posseggono solo strumenti modesti.

Confrontando le coordinate della cometa, fornite dalle effemeridi, con quelle del Sole per le date corrispondenti, si trova subito che per noi la cometa, fin verso gli ultimi di marzo, sarà osservabile alla sera, ad occidente, diventando fino allora sempre più breve l'intervallo di tempo fra il tramonto del Sole e quello della cometa. Poi diverrà astro del mattino e tale rimarrà non soltanto fino al passaggio al perielio (che, secondo gli ultimi risultati ottenuti da Cowell e Crommelin, avverrà ad aprile 19,65 t. m. di Greenwich, ossia il 20 aprile a

4h.36^m di tempo medio civile dell'Europa Centrale), ma fino al 19 maggio, quando verso le 3 del mattino, dall'Oceano Pacifico, dall'Asia e dall'Australia la si dovrà veder passare da W ad E sul disco solare, impiegando nel passaggio un'ora circa.

Riusciranno molto importanti, allo scopo di determinare la costituzione delle parti più dense della cometa, le fotografie che allora si potessero fare collo spettroeliografo o anche semplicemente nel modo ordinario con esposizione molto breve.

Dopo il 19 maggio la cometa sarà di nuovo visibile alla sera, ad occidente, dopo il tramonto del Sole.

In quell'epoca la cometa starà per passare al nodo discendente e si avvicinerà molto alla Terra. Potrà darsi allora che la terra incontri la coda della cometa?

Il nostro egregio consocio Pio Emanuelli, di Roma, ha considerato la questione senza entrare nel campo seducente ma troppo pericoloso della fantasia, ed impiegando gli elementi dell'orbita pubblicati dalla Società Astronomica Russa, dopo aver fatto all'anomalia media ed al moto medio le correzioni empiriche suggerite dal prof. Millosevich, ha trovato che l'arco di circolo massimo che separerà la Terra dalla cometa sarà ridotto a 0° 9',3 il 18 maggio, tra le ore 16 e 17.

E perciò, affinché la Terra e la cometa possano incontrarsi, bisognerà che questa abbia allora una coda lunga oltre 22 milioni di km. e larga, dal suo asse alla Terra, 400.000 km. almeno.

••. **Cometa Daniel 1909 e.** — È questa l'ultima cometa scoperta nel 1909. La trovò il 6 dicembre l'astronomo Zaccheo Daniel dell'Osservatorio Halsted della Università di Princeton (New Jersey, Stati Uniti d'America).

All'epoca della scoperta (14^h 22^m tempo medio astronomico di Greenwich) essa occupava la seguente posizione apparente:

$$\alpha = 6^h 16^m,5$$

$$\delta = + 33^{\circ} 50'.$$

Si trovava dunque fra θ Gemelli e θ Cocchiere e andava giornalmente spostandosi di circa 51' in declinazione verso il nord e di 10' in ascensione retta verso oriente, così che in complesso il suo spostamento avveniva verso NNE.

L'astro era allora di 11^a grandezza e andò poi diminuendo rapidamente di splendore, poichè s'allontanava contemporaneamente dal Sole e dalla Terra, dopo essere passata al perielio il 28 novembre. Essa perciò non ebbe grande interesse per i dilettanti di astronomia, benchè la sua posizione in cielo fosse, per le nostre latitudini, molto favorevole all'osservazione.

Numerose osservazioni ne furono fatte in molti Osservatori, e tra esse ricordiamo, ad onore d'Italia, quelle fatte ad Arcetri dal prof. Antonio Abetti, direttore dell'Osservatorio, e quelle del prof. Emilio Bianchi all'Osservatorio del Collegio Romano in Roma.

Il Dr. Ebelt di Kiel (Germania), servendosi delle osservazioni che furono fatte nei giorni 7, 8 e 9 dicembre, ne calcolò gli elementi orbitali, che noi riportiamo qui appresso:

$$T = 1909 \text{ dicembre } 5,60 \text{ t. m. Berlino}$$

$$\omega = 8^{\circ} 16'$$

$$\Omega = 73.33$$

$$i = 26.57$$

$$\log q = 0,1967.$$

Si è notato che questi elementi rassomigliano molto a quelli della cometa 1867 I (Tempel), per la quale era stato trovato un periodo di circa 40 anni. Può darsi dunque che si tratti di quella cometa; ed in tal caso essa sarebbe la prima della famiglia di Urano, di cui si sia potuto osservare il ritorno.

Il sig. Quénnisset la osservò all'Osservatorio Juvisy (presso Parigi) e notò che poco prima della metà di dicembre il suo splendore era un po' più grande di quello della cometa di Halley ed anche più esteso. Non si vedeva un nucleo centrale ben definito, ma si distingueva ben chiaramente una condensazione centrale regolare. Il sig. Quénnisset vi scorre pure una piccola coda che si prolungava sensibilmente verso sud in forma di ventaglio molto aperto. Questo particolare è stato anche reso dalle fotografie prese allo stesso Osservatorio il 13 dicembre da 10^h.30^m a 11^h.45^m con obbiettivo Hermagis et Voigtländer.

*. Il premio Lindemann dell'*Astronomische Gesellschaft* per la migliore efemeride della cometa di Halley è stato assegnato, come già prevedemmo, agli astronomi P. H. Cowell ed A. G. D. Crommelin dell'Osservatorio di Greenwich.

Fenomeni principali del Febbraio 1910.

(Tempo medio civile dell'Europa Centrale).

- Febbraio
4. A 18^h Venere al perielio.
 7. A 1^h Mercurio stazionario.
 8. A 1^h.25^m Urano in congiunzione con la Luna (Urano 3°.19' N).
 8. A 7^h.8^m Mercurio in congiunzione con la Luna (Mercurio 6°.25' N).
 10. A 1^h.36^m Venere in congiunzione con la Luna (Venere 13°.34' N).
 12. A 13^h Venere in congiunzione inferiore col Sole.
 14. A 2^h.22^m Saturno in congiunzione con la Luna (Saturno 1°.18' N).
 15. A 19^h.12^m Marte in congiunzione con la Luna (Marte 3°.1' N).
 19. A 13^h.29^m ingresso del Sole nel segno dei Pesci.
 20. A 6^h Mercurio alla massima elongazione W (26°.32').
 20. A 10^h.33^m Nettuno in congiunzione con la Luna (Nettuno 4°.10' S).
 21. A 0^h Mercurio al nodo discendente.
 26. A 16^h Venere alla massima latitudine eliocentrica N.
 27. A 6^h.34^m Giove in congiunzione con la Luna (Giove 2°.29' S).

Fasi lunari: 2 Febbraio Ultimo Quarto a 12^h.27^m

10	•	Luna Nuova	•	2	13
16	"	Primo Quarto	•	19	32
24	•	Luna Piena	•	4	36

Luna apogea: 1 Febbraio a 5^h.

Luna perigea: 12 " a 23^h.

I pianeti in Febbraio 1910.

Mercurio, si troverà nella costellazione del Capricorno, e nella seconda metà del mese sarà osservabile a SE poco prima del levar del Sole.

Venere, nella costellazione del Capricorno, non sarà osservabile. Il 12 febbraio si troverà alla congiunzione inferiore col Sole.

Marte, si troverà nella costellazione d'Ariete e sarà visibile alla sera da S a SW. Tramonerà dopo la mezzanotte. Nel mese la sua distanza dalla Terra crescerà da 1,293 a 1,551 volte la distanza media della Terra dal Sole. In corrispondenza il suo diametro angolare apparente scenderà da $7''{,}26$ a $6''{,}04$.

Giove, nella costellazione della Vergine, sarà visibile alla notte ed al mattino da E a SW. Al primo del mese esso disterà da noi di 4,929 volte la distanza media della Terra dal Sole ed il suo diametro polare apparente sarà di $36''{,}96$. All'ultimo la sua distanza dalla Terra scenderà a 4,601 ed il suo diametro polare salirà in corrispondenza a $39''{,}58$.

Le eclissi dei suoi quattro satelliti galileiani, osservabili in questo mese, sono:

(Tempo medio civile dell'Europa Centrale).

Febbraio	1	-	II	I	satellite	entra nell'ombra	a	$1^h 54^m,1$
"	8	-	"	II	"	"	"	0. 51, 5
"	8	-	"	I	"	"	"	3. 47, 0
"	15	-	"	II	"	"	"	3. 27, 4
"	15	-	"	I	"	"	"	5. 40, 0
"	17	-	"	I	"	"	"	0. 8, 3
"	22	-	"	II	"	"	"	6. 3, 4
"	24	-	"	III	"	esce dall'ombra	"	1. 14, 0
"	24	-	"	I	"	entra nell'ombra	"	2. 1, 4

Notisi che tutti questi fenomeni avvengono ad *occidente* del disco di Giove, ossia alla *sinistra* del pianeta per chi guardi con un cannocchiale che inverte le immagini.

Saturno si troverà nella costellazione dei Pesci e sarà osservabile alla sera da SW a W. Nel mese andrà allontanandosi dalla Terra di 0,358 volte la distanza media della Terra dal Sole, raggiungendo alla fine del mese la distanza 10,026. Il suo diametro polare apparente scenderà quindi da $15''{,}90$ a $15''{,}34$.

Urano, nella costellazione del Sagittario, non sarà osservabile.

Nettuno, nei Gemelli, si potrà osservare tutta la notte. Esso apparisce come una stella tra l'8^a e la 9^a grandezza. La vicinanza della stella δ Gemelli (grandezza 3,3), che si troverà un po' più a N del pianeta, ne faciliterà molto la ricerca.

V. F.

Nuove adesioni alla Società.

Con vivo compiacimento diamo l'annuncio dell'adesione alla Società dei signori:

Jadanza dott. Nicodemo, professore di geodesia nella R. Università di Torino;

Della Casa dott. Luciano, Corso Casale, 6. Torino;

Doubiagio prof. Demitrio, direttore dell'Osservatorio Astronomico di Kasan (Russia).

BIBLIOGRAFIA

L'Observation Solaire par le P. MARIANO BALCELLS, S. J. Mémoires de l'Observatoire de l'Ebre, N. 2. — Barcelone, 1909.

La seconda memoria dell'Osservatorio di Fisica Cosmica, dipendente dal Collegio di studi superiori della Compagnia di Gesù, dà particolareggiata descrizione degli strumenti posseduti dall'Osservatorio stesso per le ricerche di Fisica Solare e dà spiegazioni, in modo chiaro ed elementare, sulle loro varie parti e sul loro uso. Per questa ragione e poichè tutti i metodi moderni per l'osservazione del Sole vi sono trattati, così mi sembra opportuno richiamare l'attenzione dei lettori della « Rivista », sulla pubblicazione del P. Balcells. Ricordo che l'Osservatorio dell'Ebro è situato non lungi dalle città di Tortosa e Roquetas, sulle rive dell'Ebro a circa 20 chilometri dal mare.

In diversi padiglioni trovansi gli strumenti meteorologici, magnetici e quelli per l'osservazione del Sole. Lo scopo principale dell'Osservatorio è lo studio delle relazioni che passano fra l'attività solare e parecchi fenomeni che si osservano sul nostro pianeta come quelli elettrici e magnetici. La relazione fra l'attività solare e le perturbazioni magnetiche terrestri è ormai per lunga esperienza messa fuori di dubbio, basterà, per esempio, accennare all'ultimo caso eccezionale del 25 settembre 1909, nel qual giorno per la presenza di una grande macchia sul Sole si ebbe sulla terra una tale perturbazione magnetica da disturbare o addirittura interrompere le comunicazioni telegrafiche (1), però come si eserciti questa influenza solare è ancora molto incerto; non sappiamo bene se provenga dalle macchie o dalle cruizoni che le circondano e in qual direzione e con che velocità si sparghi.

Lo studio regolare e sistematico della fotosfera e della cromosfera cioè delle superficie solari che noi possiamo osservare, la prima col telescopio visualmente o fotograficamente, la seconda collo spettroscopio e collo spettroeliografo, ci dà il modo di seguire le vicende dell'attività solare. L'equatoriale fotografico dell'Osservatorio dell'Ebro ha un obbiettivo di appena 16 cm. di apertura, ma una camera di ingrandimento fissa al suo fuoco dà un'immagine del Sole di 20 cm. di diametro sulla quale si possono vedere e misurare con esattezza le particolarità del disco come le macchie e le facole.

Per lo studio della cromosfera, che adesso dalla maggior parte degli astrofisici si considera come una sola massa gassosa collo strato invertente, serve lo spettroscopio e lo spettroeliografo.

Ambedue questi strumenti possono adattarsi all'estremità oculare dell'equatoriale, ma l'inconveniente delle loro lunghezza, quando si voglia una grande dispersione, fa preferire di congiungerli ad un telescopio fisso verticale od orizzontale.

(1) Vedi per es.: A. Riccò: *Relazione fra la grande perturbazione magnetica del 25 Settembre 1909 ed il passaggio di una grande macchia solare.* — « Memorie della Società degli Spettroscopisti Italiani » - Vol. XXXVIII, pag. 157 — ed anche tutte le varie note relative all'argomento nella « Meteorologische Zeitschrift ». — Heft, 11. November 1909.

All'Osservatorio dell'Ebro lo spettroscopio delle protuberanze, che si può adoperare con una serie di prismi o con un reticolo di Rowland, si adatta all'equatoriale, mentre lo spettroeliografo, che è del tipo di quello ideato ed usato da Evershed, è collegato con un telescopio orizzontale simile in tutto al telescopio Snow di Mt. Wilson. Tale telescopio orizzontale non dà però che un'immagine solare di 64 mm. di diametro, ciò che realmente è troppo poco per poter seguire con successo, sugli spettroeliogrammi, l'attività solare, e specialmente i movimenti dei flocculi; la forma di telescopio orizzontale, o meglio, quella verticale, permettendo appunto con poca maggiore spesa di aumentare la distanza focale e quindi la grandezza del disco solare. Sullo spettroeliografo si trattiene lungamente l'autore dandone notizie storiche e teoriche e rivendicandone l'idea prima, già nel 1872, al P. Braun dell'Osservatorio di Kalses. Però questa idea, come tante altre dell'ingegnoso padre gesuita, restò senza attuazione e a chi veramente si deve l'invenzione dello spettroeliografo, che oggi comunemente si usa, è ad Hale che costruì il primo strumento nella sua forma pratica nel 1892 all'Osservatorio Kenwood in Chicago. Lo spettroeliografo Evershed, descritto dall'A. è stato costruito, in parte, dalla "Cambridge Scientific Instruments Company", in parte, dal costruttore francese Mailhat, ed ha per organo dispersivo un prisma a visione diretta, che dà una dispersione di circa 1,5 mm. fra i due raggi H e K del calcio. Il movimento di tutto lo spettroeliografo davanti all'immagine solare è dato dalla caduta di un peso regolato da una clepsidra che contiene della glicerina. La più notevole particolarità delle fotografie ottenute collo spettroeliografo sono i flocculi, che generalmente si presentano attorno alle macchie, ma spesso anche senza di queste, la loro frequenza è uno dei migliori indici dell'attività solare, e la misura della loro posizione sul disco, dà il periodo della rotazione del sole per quel determinato strato assorbente di vapori. La questione delle varie altezze e dei moti lungo la visuale dei diversi vapori, che danno origine alle linee di Fraunhofer, non ha ancora raggiunto una soluzione definitiva e lo spettroeliografo è uno degli strumenti più adatti allo scopo: il paragone delle fotografie prese isolando le varie righe e le varie parti di una stessa riga. Risultati recenti riguardo la natura e la struttura dei flocculi di idrogeno a differenti livelli nell'atmosfera solare, sembra sieno stati ottenuti da Hale al nuovo spettroeliografo della Torre solare di Mt. Wilson usando le linee H α , H γ , H β , H ζ dell'idrogeno, che parrebbe dovessero rappresentare livelli sempre più alti, dove la struttura vorticoso è sempre più visibile.

Invece in questo problema non è stato di grande utilità lo stereocomparatore, come l'A. crede, perchè il moto di rotazione del sole attorno al suo asse fa sì che non si possono vantaggiosamente paragonare gli spettroeliogrammi presi a tempi diversi.

Così pure non mi sembrano giustificate, nè le ragioni, nè l'affermazione dell'A. che le masse idrogeniche si elevino ad un'altezza maggiore di quelle del calcio, mentre dalle osservazioni di Riccò e Fenyi e dai confronti che ho potuto eseguire fra le fotografie delle protuberanze dell'Osservatorio Yerkes, prese nella luce di calcio, e quelle di Mt. Wilson, prese nella luce di idrogeno, risulta appunto il contrario.

Gli astronomi dell'Osservatorio dell'Ebro si sono proposti anche lo studio delle velocità radiali, sia dei vapori che costituiscono le protuberanze, sia per la de-

terminazione della rotazione solare, con uno spettrografo del tipo di quelli comunemente usati nei laboratori di fisica, e infine lo studio della radiazione solare con un piroeliometro Angström. Di questi strumenti, o di tipo analogo, come quello di Abbot, se ne trovano ormai sparsi sulla terra in parecchi Osservatori e porteranno alla esatta conoscenza della costante solare e forse anche alla conoscenza delle sue variazioni. Secondo gli studi più recenti (1) sembra che per eliminare il più possibile l'influenza perturbatrice dell'assorbimento selettivo si debba operare su una porzione molto ristretta, quasi monocromatica, dello spettro, come è possibile collo spettrobolometro di Langley o col nuovo sistema assorbiti, come sarebbero un vetro bleu ed una vaschetta piena d'acqua (2).

Di più, con esperienze a varie altezze si determinerà il potere assorbente dei diversi strati dell'atmosfera e quindi la legge con cui varia l'intensità della radiazione lungo la traiettoria dei raggi. Si potranno stabilire così con certezza le variazioni della costante solare, se esse esistono, cioè della vera distribuzione della energia che arriva al limite superiore della nostra atmosfera.

La via da percorrere nelle varie questioni rapidamente accennate è senza dubbio lunga e faticosa e si debbono ammirare i padri gesuiti spagnuoli che con la loro energia e buona volontà sono arrivati a fondare un Osservatorio che promette di portare un notevole contributo alla fisica cosmica.

GIORGIO ABETTI.

(1) A. BEMPORAD: *La Curva diurna della radiazione in relazione alla cosiddetta « Costante Solare »*. — « Memorie della Società degli Spettroscopisti Italiani ». Volume XXXVII, pagine 159, 1908.

(2) K. ANGSTRÖM: *Méthode nouvelle pour l'étude de la radiation solaire*. — « Nova Acta Regiae Societatis Scientiarum Upsaliensis ». Ser. IV, vol. I, N. 7. Upsala 1907.

Il 6 gennaio è morto in Torino il nostro egregio consocio cav. ingegnere **Paolo Saccarelli**, a tutti caro per le sue elette virtù cittadine e per il suo buon cuore. Alla sua memoria mandiamo con vero dolore il nostro mesto saluto ed alla famiglia le nostre sentite condoglianze.

AVVISO

Presso la Libreria Du Mont-Schauberg in Colonia (Germania), trovasi vendibile a sole L. 10 il celebre **Atlante celeste** di HEIS, con relativo **Catalogo** dello stesso autore.

DEMARIA GIUSEPPE, *gerente responsabile*.

Torino, 1910. — Tipografia G. U. Cassone, via de la Zecca, num. 11.

La Filotecnica

ING. A. SALMOIRAGHI & C.
MILANO

25 PREMI di 1^a Classe - MILANO 1908, Fuori Concorso.
ISTRUMENTI ASTRONOMICHI
e GEODETICI

CANNOCCHIALI EQUATORIALI

a movimento d'orologeria, di tre dimensioni:

con obiettivo di 110 millimetri di apertura	L. 3300
" " " " "	" 4000
" " " " "	" 4500

Sopprimendo il movimento d'orologio i prezzi diminuiscono di L. 900.

EQUATORIALI FOTOGRAFICI

I medesimi qui sopra montati con la camera fotografica ad obiettivi d'apertura uguale a quella del cannocchiale, in più, corrispondentemente, L. 1200, 950, 800. Camera in legno di mogano, bronzo ed alluminio.

Appena uscito il **MANUALE PRATICO** per l'uso dell'Istrumento dei passaggi nella determinazione astronomica del tempo dell'ing. A. SALMOIRAGHI.

Equatoriali ottici e fotografici — Istrumenti dei passaggi, Circoli meridiani — Spettroscopi di ogni specie — Spettrometri — Cannocchiali per uso astronomico e terrestre — Cercatori di comete — Micrometri anulari e filari — Istrumenti Magnetici, Geodetici, Nautici, Topografici.

Specialità in Istrumenti di Celerimensura e Tacheometria.

Cataloghi delle varie classi di istrumenti gratis a richiesta.



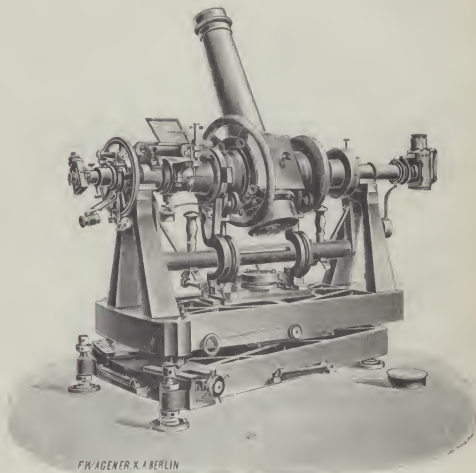
GRAND PRIX: World's Fair St. Louis, 1904.

CARL BAMBERG

FRIEDENAU-BERLIN

Kaiserallee 87-88

CASA FONDATA NELL'ANNO 1871



Istrumenti Astronomici, Geodetici e Nautici

GRAND PRIX, Paris 1900 — GRAND PRIX, St. Louis 1904